

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2002年7月18日 (18.07.2002)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/056604 A1

- (51) 国際特許分類: H04N 9/07
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/00036
- (22) 国際出願日: 2002年1月9日 (09.01.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2001-979 2001年1月9日 (09.01.2001) JP
特願2001-980 2001年1月9日 (09.01.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 光永知生 (MIT-SUNAGA, Tomoe) [JP/JP]; 〒141-0022 東京都品川区東五反田1丁目14番10号 株式会社ソニー木原研究所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 稲本義雄 (INAMOTO, Yoshio); 〒160-0023 東京都新宿区西新宿7丁目11番18号 711ビルディング4階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): JP, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- 添付公開書類:
国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 画像処理装置

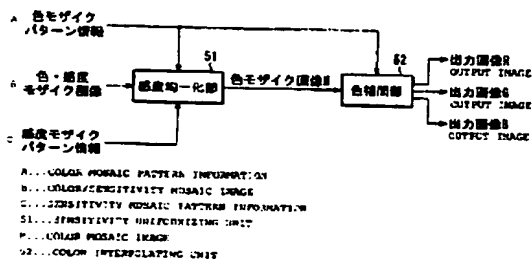


image (M) to generate output images (R, G, B). This image processing device can be applied to digital cameras that convert picked up optical images into wide-dynamic-range color image signals.

(57) Abstract: An image processing device which can restore a wide-dynamic-range image signal, having the sensitivity characteristics of each pixel uniformized and having each pixel provided with all of the plurality of color components, from a color/sensitivity mosaic image obtained by using a single-plane CCD image sensor or the like. A sensitivity uniformizing unit uniformizes the sensitivity of each pixel in a color/sensitivity mosaic image to generate a color mosaic image, and a color interpolating unit interpolates the color components of each pixel in a color mosaic

/続葉有/

WO 02/056604 A1

WO 02/056604 A1

(57) 要約:

本発明は、単板式CCDイメージセンサ等を用いて取得した色・感度モザイク画像から、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する広ダイナミックレンジのカラー画像信号を復元できるようにした画像処理装置に関する。

感度均一化部は、色・感度モザイク画像の各画素の感度を均一化して色モザイク画像を生成し、色補間部は、色モザイク画像Mの各画素の色成分を補間して出力画像R、G、Bを生成する。本発明は、撮像した光学像を広ダイナミックレンジのカラー画像信号に変換するデジタルカメラに適用することができる。

WO 02/056604

PCT/JP02/08036

明細書

画像処理装置

技術分野

- 5 本発明は、画像処理装置に関し、例えば、単板式 CCD イメージセンサ等を用いて取得した画像信号から、広ダイナミックレンジのカラー画像信号を生成する場合に用いて好適な画像処理装置に関する。

背景技術

- 10 CCD(Charge Coupled Device)や CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)等のような固体撮像素子が、ビデオカメラやデジタルスチルカメラ等の撮像装置、F A (Factory Automation)の分野における部品検査装置、およびME (Medical Electronics)の分野における電子内視鏡等の光計測装置に幅広く利用されている。
- 15 従来、固体撮像素子を用いた撮像装置および光計測機器のダイナミックレンジを向上させるために、画素毎に異なる感度で計測した光強度信号を合成する方法が知られている。以下、そのような第1乃至第4の従来方法について説明する。
- 第1の従来方法としては、光学的に複数の透過率の異なる光軸に分岐させた入射光をそれぞれの光軸上に配置させた固体撮像素子で計測する方法を挙げること
- 20 ができる。この方法は、特開平8-223491号公報等の開示されている。しかしながら、第1の方法では、複数の固体撮像素子および光を分岐させる複雑な光学系が必要となるので、省コスト化や省スペース化の面で不利である問題があった。
- 第2の従来方法としては、1つの固体撮像素子を用い、その露光時間を複数に
- 25 分割して複数枚の画像を撮像した後、それらを合成する方法を挙げることができる。この方法は、特開平8-331461号公報等の開示されている。しかしながら、第2の方法では、異なる感度で計測された情報は異なる時刻に撮像された

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

2

ものであり、かつ、異なる時間幅で撮像されているので、光強度が時々刻々と変化するような動的なシーンを正しく撮像できないという問題があった。

第3の従来方法としては、1つの固体撮像素子を用い、固体撮像素子の撮像面で互いに隣接する複数の受光素子を1組として、受光素子の1組を出力画像の1画素に対応させるようにし、1組を構成する複数の受光素子の感度をそれぞれ異なるように設定して撮像する方法を挙げることができる。この方法は、米国特許第5789737号公報に開示されている。固体撮像素子を構成する受光素子のそれぞれの感度を変化させる方法としては、各受光素子を透過率の異なるフィルタで覆う方法がある。また、特開2000-69491号公報には、第3の従来方法

5
10

第3の従来方法によれば、第1の従来方法において問題であった省コスト化や省スペース化の面で有利となる。また、第2の従来方法において問題であった動的シーンを正しく撮像できないことを解決することができる。しかしながら、第3の従来方法では、隣接する複数の受光素子を1組として出力画像の1画素に対応させるので、出力画素の解像度を確保するためには、出力画像の画素数の数倍の受光素子から成る撮像素子が必要であり、ユニットセルサイズが大きくなる課題があった。

15

第4の従来方法としては、通常のダイナミックレンジを有する撮像素子に、出力画像の1画素に対応する1つの受光素子毎、その露出が異なるような仕組みを施して撮像し、得られた画像信号に所定の画像処理を施して広ダイナミックレンジの画像信号を生成する方法を挙げることができる。受光素子毎の露出が異なるような仕組みは、受光素子毎に光の透過率や開口率を変えたりすることによって、空間的な感度のパターンをつくることにより実現する。この方法は、文献「S. K. Nayar and T. Mitsunaga, "High Dynamic Range Imaging: Spatially Varying Pixel Exposures", Proc. of Computer Vision and Pattern Recognition 2000, Vol. 1, pp. 472-479, June, 2000」に開示されている。

20
25

第4の従来方法では、各受光素子は1種類の感度だけを有する。よって、撮像

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

3

- された画像の各画素は本来の撮像素子が有するダイナミックレンジの情報しか取得することができないが、得られた画像信号に所定の画像処理を施し、全ての画素の感度が均一になるようにすることによって、結果的にダイナミックレンジが広い画像を生成することができる。また、全ての受光素子が同時に露光するので、
- 5 動きのある被写体を正しく撮像することができる。さらに、1つの受光素子が出力画像の1画素に対応しているので、ユニットセルサイズが大きくなる問題も生じない。

- 上述したように、第4の従来方法は、第1乃至第3の従来方法の問題を解決することが可能である。しかしながら、第4の従来方法は、モノクロ画像を生成する
- 10 ことを前提としたものであり、カラー画像を生成することについては、その技術が確立されていない課題があった。具体的には、画素毎に色や感度が異なる画像から、全ての画素について、全ての色成分の画像信号を生成し、かつ、感度を均一化する技術は従来確立されていない課題があった。

15 発明の開示

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、画素毎に色や感度が異なる色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成できるようにすることを目的とする。

- 20 本発明の第1の画像処理装置は、各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ、同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとき、感度特性に拘わらず、同一の色成分を有する複数の画素が格子状に配置された色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、
- 25 各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元手段を含むことを特徴とする。

前記復元手段は、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイク

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

4

- パターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成手段と、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成手段とを含むことができる。

前記輝度画像生成手段は、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定手段と、複数の推定手段がそれぞれ算出した複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出手段とを含むことができる。

- 10 前記推定手段は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

前記輝度画像生成手段は、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去手段をさらに含むことができる。

- 15 前記単色画像生成手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成手段と、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正手段とを含むことができる。

- 20 前記単色画像候補生成手段は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

前記単色画像候補生成手段は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

- 25 本発明の第1の画像処理装置は、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する撮像手段をさらに含むことができる。

前記復元手段は、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイク

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

5

パターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化手段と、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間手段とを含むことができる。

前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができ、前記色補間手段は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するようにすることができる。

前記感度均一化手段は、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償手段と、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別手段と、判別手段の判別結果に対応して、補償手段が補償した各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正手段とを含むことができる。

前記感度均一化手段は、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出手段と、算出手段が算出した推定画素値を補正する補正手段とを含むことができる。

前記色補間手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するように

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

6

することができ、前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成するようにすることができる。

- 前記色補間手段は、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出手段と、抽出手段が抽出した各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間手段と、全色成分補間手段が全ての色成分を補間した画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成手段とを含むことができる。

- 本発明の第1の画像処理方法は各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ、同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、感度特性に拘わらず、同一の色成分を有する複数の画素が格子状に配置された色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを含むことを特徴とする。

- 前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップとを含むことができる。

- 前記輝度画像生成ステップは、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップとを含むことができる。

前記推定ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

7

線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

前記輝度画像生成ステップは、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップをさらに含むことができる。

5 前記単色画像生成ステップは、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正ステップとを含むことができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている
10 感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

本発明の第1の画像処理方法は、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する撮像ステップをさらに含むことができる。
15

前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップとを含むことができる。

20 前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色補間ステップの処理は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。

25 前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成す

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

8

るようにすることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するよ

5 うにすることができる。

前記感度均一化ステップは、度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、判別手段の判別結果に対応して、補償ステップの処理で
10 補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを含むことができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、算出ステップの処理で算出された推定画素値を補正する補正ステップとを含むことができる。

15 前記色補間ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するようにすることができ、前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化
20 して復元画像を生成するようにすることができる。

前記色補間ステップは、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感
25 度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成ステップとを含むことができる。

本発明の第1の記録媒体のプログラムは、各画素が複数の色成分のうちのい

WO 02/056604

PCT/JP02/04036

9

- れかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ、同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、感度特性に拘わらず、同一の色成分を有する複数の画素が格子状に配置された色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを含むことを特徴とする。

- 前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップとを含むことができる。

- 前記輝度画像生成ステップは、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップとを含むことができる。

- 前記推定ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。
- 前記輝度画像生成ステップは、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップをさらに含むことができる。

- 前記単色画像生成ステップは、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正ステップとを含むことができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

10

感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

- 5 本発明の第1の記録媒体のプログラムは、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップをさらに含むことができる。

- 前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップとを含むことができる。

- 10 前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色補間ステップの処理は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができる。

- 20 前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するようにすることができる。

- 25 前記感度均一化ステップは、度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、判別手段の判別結果に対応して、補償ステップの処理で

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

11

補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを含むことができる。

- 前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、算出ステップの処理で算出
- 5 された推定画素値を補正する補正ステップとを含むことができる。

- 前記色補間ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成
- 10 するようにすることができ、前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成するようにすることができる。

- 前記色補間ステップは、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、
- 15 全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成ステップとを含むことができる。

- 本発明の第1のプログラムは、各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、
- 20 かつ、同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、感度特性に拘わらず、同一の色成分を有する複数の画素が格子状に配置された色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップをコンピュータに実行させることを特徴とする。

- 25 前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

12

輝度画像生成ステップと、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップとを含むことができる。

- 5 前記輝度画像生成ステップは、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップとを含むことができる。

- 10 前記推定ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

前記輝度画像生成ステップは、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップをさらに含むことができる。

- 15 前記単色画像生成ステップは、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正ステップとを含むことができる。

- 20 前記単色画像候補生成ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

本発明の第 1 のプログラムは、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップをさらに含むことができる。

- 25 前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

13

情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップとを含むことができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色補間ステップの処理は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するようにすることができる。

前記感度均一化ステップは、度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、判別手段の判別結果に対応して、補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを含むことができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、算出ステップの処理で算出された推定画素値を補正する補正ステップとを含むことができる。

前記色補間ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するようにことができ、前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイ

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

14

クパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成するようにすることができる。

前記色補間ステップは、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、

- 5 全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成ステップとを含むことができる。

- 本発明の第2の画像処理装置は、各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、色成分に拘わらず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置され、さらに、任意の画素と任意の画素の上下左右に隣接する4画素の合計5画素の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度
- 15 が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元手段を含むことを特徴とする。

- 前記復元手段は、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度
- 20 画像生成手段と、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成手段とを含むことができる。

- 前記輝度画像生成手段は、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定手段と、複数の推定手段がそれぞれ算出した複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出手段とを含むことができる。
- 25

前記推定手段は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

15

し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

前記輝度画像生成手段は、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去手段をさらに含むことができる。

- 5 前記単色画像生成手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成手段と、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正手段とを含むことができる。

- 前記単色画像候補生成手段は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。
- 10

前記単色画像候補生成手段は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

- 15 本発明の第2の画像処理装置は、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する撮像手段をさらに含むことができる。

- 前記復元手段は、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化手段と、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間手段とを含むことができる。
- 20

- 前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができ、前記色補間手段は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。
- 25

前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

16

更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができる。

- 前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化
- 5 して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するようにすることができる。

- 前記感度均一化手段は、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償手段と、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する
- 10 判別手段と、判別手段の判別結果に対応して、補償手段が補償した各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正手段とを含むことができる。

前記感度均一化手段は、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出手段と、算出手段が算出した推定画素値を補正する補正手段とを含むことができる。

- 前記色補間手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するように
- 15 することができる、前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成する
- 20 ようにすることができる。

- 前記色補間手段は、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出手段と、抽出手段が抽出した各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間手段と、全色成分補間手段が全ての色成分を補間した画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して感度モザイク
- 25 画像を生成する合成手段とを含むことができる。

本発明の第2の画像処理方法は、各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

17

かつ同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるときにも、色成分に拘わらず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置され、さらに、任意の画素と任意の画素の上下左右に隣接する 4 画素の合計 5 画素の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを含むことを特徴とする。

前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップとを含むことができる。

前記輝度画像生成ステップは、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップとを含むことができる。

前記推定ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

前記輝度画像生成ステップは、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップをさらに含むことができる。

前記単色画像生成ステップは、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正ステップとを含むことができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

18

感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

- 5 本発明の第2の画像処理方法は、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する撮像ステップをさらに含むことができる。

前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン

- 10 情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップとを含むことができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができ、前記色補間ステップの処理は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の

- 15 色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができる。

- 20 前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するようにすることができる。

- 25 前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、判別手段の判別結果に対応して、補償ステップの処理

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

19

で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを含むことができる。

- 前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、算出ステップの処理で算出された推定画素値を補正する補正ステップとを含むことができる。

- 前記色補間ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するようにすることができ、前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成するようにすることができる。

- 前記色補間ステップは、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成ステップとを含むことができる。

- 本発明の第2の記録媒体のプログラムは、各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、色成分に拘わらず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置され、さらに、任意の画素と任意の画素の上下左右に隣接する4画素の合計5画素の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを含むことを特徴とする。

前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイ

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

20

クパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップとを含むことができる。

- 5 前記輝度画像生成ステップは、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップとを含むことができる。

- 10 前記推定ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

前記輝度画像生成ステップは、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップをさらに含むことができる。

- 15 前記単色画像生成ステップは、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正ステップとを含むことができる。

- 20 前記単色画像候補生成ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

- 25 本発明の第2の記録媒体のプログラムは、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップをさらに含むことができる。

前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

21

化ステップと、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップとを含むことができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができ、前記色補間ステップの処理は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するようにすることができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、判別手段の判別結果に対応して、補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを含むことができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、算出ステップの処理で算出された推定画素値を補正する補正ステップとを含むことができる。

前記色補間ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

22

するようにすることができ、前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成するようにすることができる。

- 前記色補間ステップは、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成ステップとを含むことができる。
- 10 本発明の第2のプログラムは、各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、色成分に拘わらず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置され、さらに、任意の画素と任意の画素の上下左右に隣接する4画素の合計5画素
- 15 の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップをコンピュータに実行させることを特徴とする。

- 前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する
- 20 輝度画像生成ステップと、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップとを含むことができる。

- 前記輝度画像生成ステップは、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップとを含むことができる。
- 25

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

23

前記推定ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

- 5 前記輝度画像生成ステップは、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップをさらに含むことができる。

前記単色画像生成ステップは、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正ステップとを含むことができる。

- 10 前記単色画像候補生成ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

- 15 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

本発明の第2のプログラムは、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップをさらに含むことができる。

- 20 前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップとを含むことができる。

- 25 前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができ、前記色補間ステップの処理は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

24

モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができる。

- 前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色
5 モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するようにすることができる。

- 前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、感度モザイクパ
10 ターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、判別手段の判別結果に対応して、補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを含むことができる。

- 前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、算出ステップの処理で算出
15 された推定画素値を補正する補正ステップとを含むことができる。

- 前記色補間ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成
20 するようにことができ、前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成するようにすることができる。

- 前記色補間ステップは、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、
25 全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成ステップとを含む

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

25

むことができる。

本発明の第3の画像処理装置は、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化手段と、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間手段とを含むことを特徴とする。

前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができ、前記色補間手段は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するようにすることができる。

前記感度均一化手段は、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償手段と、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別手段と、判別手段の判別結果に対応して、補償手段が補償した各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正手段とを含むことができる。

前記感度均一化手段は、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出手段と、算出手段が算出した推定画素値を補正する補正手段とを含むことができる。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

26

前記色補間手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するようにすることができ、前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成する
5 ようにすることができる。

前記色補間手段は、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出手段と、抽出手段が抽出した各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間手段と、全色成分補間手段が全ての色成分を補間した画素のうち、
10 同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成手段とを含むことができる。

本発明の第3の画像処理装置は、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する撮像手段をさらに含むことができる。

本発明の第3の画像処理方法は、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップとを含むことを特徴とする。
15

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができ、前記色補間ステップの処理は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。
20

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成する
25 ようにすることができる。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

27

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するようにすることができる。

- 5 前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、判別ステップの処理での判別結果に対応して、補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを含むことができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、算出ステップの処理で算出された推定画素値を補正する補正ステップとを含むことができる。

- 15 前記色補間ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するようにすることができ、前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成するようにすることができる。

- 20 前記色補間ステップは、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成ステップとを含むことができる。

本発明の第3の画像処理方法は、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する撮像ステップをさらに含むことができる。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

28

本発明の第 3 の記録媒体のプログラムは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップとを含むことを特徴とする。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができ、前記色補間ステップの処理は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するようにすることができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、判別ステップの処理での判別結果に対応して、補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを含むことができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、算出ステップの処理で算出された推定画素値を補正する補正ステップとを含むことができる。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

29

前記色補間ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するようにすることができ、前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成するようにすることができる。

前記色補間ステップは、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成ステップとを含むことができる。

本発明の第3の記録媒体のプログラムは、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップをさらに含むことができる。

本発明の第3のプログラムは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができ、前記色補間ステップの処理は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成す

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

30

るようにすることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するよ

5 うにすることができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、判別ステップの処理での判別結果に対応して、補償ス

10 テップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを含むことができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、算出ステップの処理で算出された推定画素値を補正する補正ステップとを含むことができる。

15 前記色補間ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するようにすることができ、前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化

20 して復元画像を生成するようにすることができる。

前記色補間ステップは、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感

25 度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成ステップとを含むことができる。

本発明の第3のプログラムは、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

31

する処理を制御する撮像制御ステップをさらに含むことができる。

本発明の第4の画像処理装置は、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成手段と、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成手段とを含むことを特徴とする。

前記輝度画像生成手段は、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定手段と、複数の推定手段がそれぞれ算出した複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出手段とを含むことができる。

前記推定手段は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

前記輝度画像生成手段は、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去手段をさらに含むことができる。

前記単色画像生成手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成手段と、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正手段とを含むことができる。

前記単色画像候補生成手段は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

前記単色画像候補生成手段は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

本発明の第4の画像処理装置は、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

32

成する撮像手段をさらに含むことができる。

- 本発明の第4の画像処理方法は、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像
- 5 5 を生成する輝度画像生成ステップと、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップとを含むことを特徴とする。

- 前記輝度画像生成ステップは、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、複数の推定ステップの処理でそれ
- 10 10 ぞれ算出された複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップとを含むことができる。

- 前記推定ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。
- 15 15 前記輝度画像生成ステップは、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップをさらに含むことができる。

- 前記単色画像生成ステップは、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単
- 20 20 色画像を生成する修正ステップとを含むことができる。

- 前記単色画像候補生成ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

- 25 25 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

本発明の第4の画像処理方法は、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

33

成する撮像ステップをさらに含むことができる。

- 本発明の第4の記録媒体のプログラムは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する
- 5 輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップとを含むことを特徴とする。

- 前記輝度画像生成ステップは、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、複数の推定ステップの処理でそれ
- 10 ぞれ算出された複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップとを含むことができる。

前記推定ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

- 15 前記輝度画像生成ステップは、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップをさらに含むことができる。

- 前記単色画像生成ステップは、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単
- 20 色画像を生成する修正ステップとを含むことができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

- 25 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

本発明の第4の記録媒体のプログラムは、被写体を撮像し、色・感度モザイク

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

34

画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップをさらに含むことができる。

本発明の第4のプログラムは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする。

前記輝度画像生成ステップは、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップとを含むことができる。

前記推定ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

前記輝度画像生成ステップは、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップをさらに含むことができる。

前記単色画像生成ステップは、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正ステップとを含むことができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

35

本発明の第4のプログラムは、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップをさらに含むことができる。

- 本発明の第1の画像処理装置および方法、並びにプログラムにおいては、各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ、同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、感度特性に拘わらず、同一の色成分を有する複数の画素が格子状に配置された色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像が復元される。

- 10 本発明の第2の画像処理装置および方法、並びにプログラムにおいては、各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、色成分に拘わらず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置され、さらに、任意の画素と任意の画素の上下左右に隣接する4画素の合計5画素の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像が復元される。

- 本発明の第3の画像処理装置および方法、並びにプログラムにおいては、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、
20 各画素が有する感度特性が均一化され、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分が補間される。

- 本発明の第4の画像処理装置および方法、並びにプログラムにおいては、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、
25 色・感度モザイク画像に対応する輝度画像が生成され、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像が生成される。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

36

図面の簡単な説明

図1は、本発明を適用したデジタルスチルカメラの構成例を示すブロック図である。

5 図2は、デジタルスチルカメラの動作の概要を説明する図である。

図3は、被写体の一例を示す図である。

図4は、図3に対応する色・感度モザイク画像の一例を示す図である。

図5は、色・感度モザイクパターンP1を示す図である。

図6は、色・感度モザイクパターンP2を示す図である。

10 図7は、色・感度モザイクパターンP3を示す図である。

図8は、色・感度モザイクパターンP4を示す図である。

図9は、色・感度モザイクパターンP5を示す図である。

図10は、色・感度モザイクパターンP6を示す図である。

図11は、色・感度モザイクパターンP7を示す図である。

15 図12は、色・感度モザイクパターンP8を示す図である。

図13は、色・感度モザイクパターンP9を示す図である。

図14は、色・感度モザイクパターンP10を示す図である。

図15は、色・感度モザイクパターンP11を示す図である。

図16は、色・感度モザイクパターンP12を示す図である。

20 図17は、色・感度モザイクパターンP13を示す図である。

図18は、色・感度モザイクパターンP14を示す図である。

図19は、CCDイメージセンサ4の受光素子の断面を示す図である。

図20は、感度のモザイク配列を光学的に実現する方法を説明するための図である。

25 図21は、感度のモザイク配列を光学的に実現する方法を説明するための図である。

図22は、感度のモザイク配列を光学的に実現する方法を説明するための図で

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

37

ある。

図 2 3 は、感度のモザイク配列を電子的に実現する第 1 の方法を説明するための図である。

図 2 4 は、感度のモザイク配列を電子的に実現する第 2 の方法を説明するための図である。

図 2 5 は、OR 型の電極構造を示す図である。

図 2 6 は、OR 型の電極構造の断面を示す図である。

図 2 7 は、AND 型の電極構造を示す図である。

図 2 8 は、色・感度モザイクパターン P 1 を実現する OR 型の電極構造と AND 型の電極構造の組み合わせを示す図である。

図 2 9 は、色・感度モザイクパターン P 2 を実現する OR 型の電極構造と AND 型の電極構造の組み合わせを示す図である。

図 3 0 は、色・感度モザイクパターン P 3 を実現する OR 型の電極構造と AND 型の電極構造の組み合わせを示す図である。

図 3 1 は、色・感度モザイクパターン P 4 を実現する OR 型の電極構造と AND 型の電極構造の組み合わせを示す図である。

図 3 2 は、色・感度モザイクパターン P 5 を実現する OR 型の電極構造と AND 型の電極構造の組み合わせを示す図である。

図 3 3 は、画素の位置座標の定義を説明するための図である。

図 3 4 は、第 1 のデモザイク処理の概要を説明するための図である。

図 3 5 は、第 1 のデモザイク処理における第 1 の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

図 3 6 は、第 1 のデモザイク処理における第 1 の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

図 3 7 は、第 1 のデモザイク処理における第 1 の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

図 3 8 は、第 1 のデモザイク処理における第 2 の感度均一化処理の概要を説明

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

38

するための図である。

図39は、第1のデモザイク処理における第2の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

図40は、第2のデモザイク処理の概要を説明するための図である。

5 図41は、第2のデモザイク処理における第1の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

図42は、第2のデモザイク処理における第1の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

10 図43は、第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

図44は、第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

図45は、画像処理部7の第1の構成例を示すブロック図である。

図46は、感度均一化部51の第1の構成例を示すブロック図である。

15 図47は、色補間部52の構成例を示すブロック図である。

図48は、色差画像生成部72の構成例を示すブロック図である。

図49は、輝度画像生成部74の構成例を示すブロック図である。

図50は、画像処理部7の第1の構成例による第1のデモザイク処理を説明するフローチャートである。

20 図51は、感度均一化部51の第1の構成例による第1の感度均一化処理を説明するフローチャートである。

図52は、ステップS11の感度補償処理を説明するフローチャートである。

図53は、ステップS12の有効性判別処理を説明するフローチャートである。

図54は、ステップS13の欠落補間処理を説明するフローチャートである。

25 図55は、ステップS2の色補間処理を説明するフローチャートである。

図56は、ステップS52の第1の色差画像生成処理を説明するフローチャートである。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

39

図57は、ステップS53の輝度画像生成処理を説明するローチャートである。

図58は、ステップS54の色空間変換処理を説明するフローチャートである。

図59は、感度均一化部51の第2の構成例を示すブロック図である。

図60は、感度均一化部51の第2の構成例による第2の感度均一化処理を説明するフローチャートである。

図61は、ステップS103の補間処理を説明するフローチャートである。

図62は、第2の色差画像生成処理を説明するフローチャートである。

図63は、ステップS123の画像勾配ベクトル演算処理を説明するフローチャートである。

10 図64は、画像処理部7の第2の構成例を示すブロック図である。

図65は、感度均一化部111の第1の構成例を示すブロック図である。

図66は、欠落補間部124の欠落補間処理を説明するフローチャートである。

図67は、感度均一化部111の第2の構成例を示すブロック図である。

図68は、感度均一化部111の第2の構成例による第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理を説明するフローチャートである。

図69は、ステップS163の補間色決定処理を説明するフローチャートである。

図70は、第3のデモザイク処理の概要を説明するための図である。

図71は、第3のデモザイク処理における感度別色補間処理の概要を説明するための図である。

図72は、第3のデモザイク処理における感度別色補間処理の概要を説明するための図である。

図73は、画像処理部7の第3の構成例を示すブロック図である。

図74は、感度別色補間部151の構成例を示すブロック図である。

25 図75は、感度均一化部152の構成例を示すブロック図である。

図76は、画像処理部7の第3の構成例による第3のデモザイク処理を説明するフローチャートである。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

40

図77は、ステップS181の感度別色補間処理を説明するフローチャートである。

図78は、ステップS193の抽出処理を説明するための図である。

図79は、ステップS193の抽出処理を説明するための図である。

5 図80は、ステップS182の感度均一化処理を説明するフローチャートである。

図81は、ステップS203の局所和算出処理において用いるフィルタ係数の例を示す図である。

図82は、画像処理部7の打14の構成例を示すブロック図である。

10 図83は、輝度画像生成部181の第1の構成例を示すブロック図である。

図84は、単色画像生成部182の構成例を示すブロック図である。

図85は、画像処理部7の第4の構成例による第4のデモザイク処理を説明するフローチャートである。

15 図86は、輝度画像生成部181の輝度画像生成処理を説明するフローチャートである。

図87は、推定部191のR成分推定処理を説明するフローチャートである。

図88は、R、B成分用補間フィルタ係数の一例を示す図である。

図89は、G成分用補間フィルタ係数の一例を示す図である。

図90は、合成感度補償LUTについて説明するための図である。

20 図91は、合成感度補償LUTについて説明するための図である。

図92は、合成感度補償LUTについて説明するための図である。

図93は、ノイズ除去部198のノイズ除去処理を説明するフローチャートである。

25 図94は、ノイズ除去部198の方向選択的平滑化処理を説明するフローチャートである。

図95は、単色画像生成部182の単色画像生成処理を説明するフローチャートである。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

41

図 9 6 は、比率値算出部 2 0 2 の比率値算出処理を説明するフローチャートである。

図 9 7 は、平滑化フィルタ係数の一例を示す図である。

図 9 8 は、輝度画像生成部 1 8 1 の第 2 の構成例を示すブロック図である。

- 5 図 9 9 は、推定部 2 1 1 による R G B 成分の推定処理を説明するフローチャートである。

図 1 0 0 は、推定画素値 C 0 補間処理に用いる画素の配置を示す図である。

図 1 0 1 は、推定画素値 C 0 補間処理を説明するフローチャートである。

図 1 0 2 は、推定画素値 C 1 補間処理に用いる画素の配置を示す図である。

- 10 図 1 0 3 は、推定画素値 C 1 補間処理を説明するフローチャートである。

図 1 0 4 A は、推定画素値 C 2 補間処理に用いる画素の配置を示す図である。

図 1 0 4 B は、推定画素値 C 2 補間処理に用いる画素の配置を示す図である。

図 1 0 5 は、推定画素値 C 2 補間処理を説明するフローチャートである。

図 1 0 6 は、推定画素値 C 3 補間処理に用いる画素の配置を示す図である。

- 15 図 1 0 7 は、推定画素値 C 3 補間処理を説明するフローチャートである。

図 1 0 8 は、補間部 2 0 1 - R による R 候補画像生成処理を説明するフローチャートである。

図 1 0 9 は、補間部 2 0 1 - B による B 候補画像生成処理を説明するフローチャートである。

- 20 図 1 1 0 は、補間部 2 0 1 - G による G 候補画像生成処理を説明するフローチャートである。

図 1 1 1 は、画像処理部 7 の第 5 の構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

- 25 図 1 は、本発明の一実施の形態であるデジタルスチルカメラの構成例を示している。当該デジタルスチルカメラは、大別して光学系、信号処理系、記録系、表示系、および制御系から構成される。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

42

光学系は、被写体の光画像を集光するレンズ1、光画像の光量を調整する絞り2、および、集光された光画像を光電変換して広ダイナミックレンジの電気信号に変換する CCD イメージセンサ4 から構成される。

信号処理系は、CCD イメージセンサ4からの電気信号をサンプリングすること
5 によってノイズを低減させる相関2重サンプリング回路(CDS)5、相関2重サンプリング回路5が出力するアナログ信号をディジタル信号に変換するA/Dコンバータ6、A/Dコンバータ6から入力されるディジタル信号に所定の画像処理を施す画像処理部7から構成される。なお、画像処理部7が実行する処理の詳細については後述する。

10 記録系は、画像処理部7が処理した画像信号を符号化してメモリ9に記録し、また、読み出して復号し、画像処理部7に供給するCODEC(Compression/Decompression)8、および、画像信号を記憶するメモリ9から構成される。

表示系は、画像処理部7が処理した画像信号をアナログ化するD/Aコンバータ10、アナログ化された画像信号を後段のディスプレイ12に適合する形式の
15 ビデオ信号にエンコードするビデオエンコーダ11、および、入力されるビデオ信号に対応する画像を表示することによりファインダとして機能するLCD(Liquid Crystal Display)等よりなるディスプレイ12から構成される。

制御系は、CCD イメージセンサ4乃至画像処理部7の動作タイミングを制御するタイミングジェネレータ(TG)3、ユーザがシャッタタイミングやその他の
20 コマンドを入力する操作入力部13、および、ドライブ15を制御して磁気ディスク16、光ディスク17、光磁気ディスク18、または半導体メモリ19に記憶されている制御用プログラムを読み出し、読み出した制御用プログラム、操作入力部13から入力されるユーザからのコマンド等に基づいてディジタルスチルカメラの全体を制御するCPU(Central Processing Unit)などよりなる制御部14
25 から構成される。

当該ディジタルスチルカメラにおいて、被写体の光学画像(入射光)は、レンズ1および絞り2を介してCCD イメージセンサ4に入射され、CCD イメージセン

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

43

サ 4 によって光電変換され、得られた電気信号は、相関 2 重サンプリング回路 5 によってノイズが除去され、A/D コンバータ 6 によってデジタル化された後、画像処理部 7 が内蔵する画像メモリに一時格納される。

5 なお、通常の状態では、タイミングジェネレータ 3 による信号処理系に対する制御により、画像処理部 7 が内蔵する画像メモリには、一定のフレームレートで絶えず画像信号が上書きされるようになされている。画像処理部 7 が内蔵する画像メモリの画像信号は、D/A コンバータ 10 によってアナログ信号に変換され、ビデオエンコーダ 11 によってビデオ信号に変換されて対応する画像がディスプレイ 12 に表示される。

10 ディスプレイ 12 は、当該デジタルスチルカメラのファインダの役割も担っている。ユーザが操作入力部 13 に含まれるシャッターボタンを押下した場合、制御部 14 は、タイミングジェネレータ 3 に対し、シャッターボタンが押下された直後の画像信号を取り込み、その後は画像処理部 7 の画像メモリに画像信号が上書きされないように信号処理系を制御させる。その後、画像処理部 7 の画像メモリ
15 に書き込まれた画像データは、CODEC 8 によって符号化されてメモリ 9 に記録される。以上のようなデジタルスチルカメラの動作によって、1 枚の画像データの取り込みが完了する。

次に、当該デジタルスチルカメラの動作の概要について、図 2 を参照して説明する。当該デジタルスチルカメラは、CCD イメージセンサ 4 を中心とする光学系の撮像処理によって、被写体を画素毎に異なる色と感度で撮像し、色と感度がモザイク状になった画像（以下、色・感度モザイク画像と記述し、その詳細は後述する）を得る。その後、画像処理部 7 を中心とする信号処理系により、撮像処理によって得られた画像が、各画素が全ての色成分を有し、かつ、均一の感度を有する画像に変換される。以下、色・感度モザイク画像を、各画素が全ての色
25 成分を有し、かつ、均一の感度を有する画像に変換させる画像処理部 7 を中心とする信号処理系の処理を、デモザイク処理とも記述する。

例えば、図 3 に示すような被写体を撮影した場合、撮像処理によって図 4 に示

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

44

すような色・感度モザイク画像が得られ、画像処理によって各画素が全ての色成分と均一の感度を有する画像に変換される。すなわち、図4に示す色・感度モザイク画像から図3に示す被写体の元の色を復元する。

次に、色・感度モザイク画像を構成する画素の色成分および感度の配列パターン（以下、色・感度モザイクパターンと記述する）P1乃至P14を図5乃至図18に示す。なお、色・感度モザイクパターンを構成する色の組み合わせとしては、R（赤）、G（緑）、およびB（青）からなる3色の組合せの他、Y（黄）、M（マゼンタ）、C（シアン）、およびG（緑）からなる4色の組合せがある。感度の段階としては、S0およびS1から成る2段階の他、感度S2を追加した3段階や、さらに、感度S3を追加した4段階がある。なお、図5乃至図18においては、各正方形が1画素に対応しており、英文字がその色を示し、英文字の添え字として数字がその感度を示している。例えば、G₀と表示された画素は、色がG（緑）であって感度がS0であることを示している。また、感度については数字が大きいほど、より高感度であるとする。

色・感度モザイクパターンP1乃至P14は、以下に示す第1乃至第4の特徴によって分類することができる。

第1の特徴は、同一の色および感度を有する画素に注目した場合、それらが格子状に配列されており、かつ、感度に拘わらず同一の色を有する画素に注目した場合、それらが格子状に配列されていることである。第1の特徴について、図5に示す色・感度モザイクパターンP1を参照して説明する。

図5の色・感度モザイクパターンP1において、感度に拘わらず色がRである画素に注目した場合、図面を右回りに45度だけ回転させた状態で見れば明らかなように、それらは、水平方向には $2^{1/2}$ の間隔で、垂直方向には $2^{3/2}$ の間隔で格子状の配置されている。また、感度に拘わらず色がBである画素に注目した場合、それらも同様に配置されている。感度に拘わらず色がGである画素に注目した場合、それらは、水平方向および垂直方向に $2^{1/2}$ の間隔で格子状の配置されている。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

45

第1の特徴は、図5に示す色・感度モザイクパターンP1の他、色・感度モザイクパターンP2, P4, P6, P8, P9, P10, P11, P13が有している。

第2の特徴は、同一の色および感度を有する画素に注目した場合、それらが格子状に配列されており、かつ、色に拘わらず同一の感度を有する画素に注目した場合、それらが格子状に配列されており、かつ、任意の画素に注目した場合、その画素とその上下左右に位置する4画素の合計5画素が有する色の中に、当該色・感度モザイクパターンに含まれる全ての色が含まれることである。

第2の特徴は、図7に示す色・感度モザイクパターンP3の他、色・感度モザイクパターンP5, P7, P8, P9, P12, P14が有している。

第3の特徴は、第1の特徴を有しており、さらに、3種類の色が用いられていて、それらがベイヤ(Bayer)配列をなしていることである。第3の特徴について、図6に示す色・感度モザイクパターンP2を参照して説明する。

図6の色・感度モザイクパターンP2において、感度に拘わらず色がGである画素に注目した場合、それらは1画素おきに市松状に配置されている。感度に拘わらず色がRである画素に注目した場合、それらは1ラインおきに配置されている。また、感度に拘わらず色がBである画素に注目した場合も同様に、1ラインおきに配置されている。したがって、このパターンP2は、画素の色だけに注目すれば、ベイヤ配列であるといえる。

なお、第3の特徴は、図6の色・感度モザイクパターンP2の他、色・感度モザイクパターンP10, P11が有している。

第4の特徴は、第2の特徴を有しており、さらに、同一の感度を有する画素に注目した場合、それらの配列がベイヤ配列をなしていることである。第4の特徴について、図7に示す色・感度モザイクパターンP3を参照して説明する。

図7の色・感度モザイクパターンP3において、感度S0の画素だけに注目した場合、図面を斜め45度だけ傾けて見れば明らかなように、それらは $2^{1/2}$ の間隔を空けてベイヤ配列をなしている。また、感度S1の画素だけに注目した場

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

46

合も同様に、それらはベイヤ配列をなしている。

なお、第4の特徴は、図7の色・感度モザイクパターンP3の他、色・感度モザイクパターンP5、P12が有している。

ところで、以下、図5乃至図18に示した色・感度モザイクパターンP1乃至P14に関連し、画素の感度に拘わらず色だけに注目して「色のモザイク配列」と記述する。また、色に拘わらず感度だけに注目して「感度のモザイク配列」と記述する。

次に、CCD イメージセンサ4において上述した色・感度モザイクパターンを実現する方法について説明する。

10 色・感度モザイクパターンのうち、色のモザイク配列については、CCD イメージセンサ4の受光素子の上面に、画素毎に異なる色の光だけを透過させるオンチップカラーフィルタを配置することによって実現する。

色・感度モザイクパターンのうち、感度のモザイク配列については、光学的な方法、または電子的な方法によって実現する。

15 感度のモザイク配列を光学的に実現する方法について説明する。図19は、CCD イメージセンサ4の受光素子の断面を示している。受光素子の上部表面には、オンチップレンズ21が形成されている。オンチップレンズ21は、図面上方からの入射光がフォトダイオード(PD)23に集光されるようになされている。オンチップカラーフィルタ22は、入射光の波長帯域を制限する(特定の波長帯域だけを透過させる)。受光素子の下部には、ウェハ中にフォトダイオード23が形成されている。フォトダイオード23は、入力された光量に対応して電荷を生じる。フォトダイオード21の両脇には、垂直レジスタ26が形成されている。垂直レジスタ26の上部には、垂直レジスタ21を駆動する垂直レジスタ駆動電極25が配線されている。

25 垂直レジスタ26は、フォトダイオード23で生じた電荷を転送する領域であるので、そこで電荷が生じることがないように、垂直レジスタ26と垂直レジスタ駆動電極25はシールド24によって遮光されている。シールド24は、フォ

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

47

トダイオード23の上部だけが開口しており、その開口部分を入射光が通過してフォトダイオード23に到達するようになされている。

以上説明したように構成される CCD イメージセンサ4を利用して、各受光素子の感度を変えることができる (フォトダイオード23に対する入射光量を変化させることができる)。

例えば、図20に示すように、オンチップレンズ21の設置の有無により、集光される光量を変化させることができる。また、例えば図21に示すように、オンチップカラーフィルタ22の上方 (または下方) にニュートラルデンシティフィルタ31を設置することにより、光の透過率を変えることができる。また、例えば図22に示すように、シールド24の開口部分の面積を変化させることにより、フォトダイオード23に対する入射光量を変化させることができる。

次に、感度のモザイク配列を電子的に実現する2種類の方法について説明する。

例えば、隣接する2つの受光素子 (第1および第2の受光素子) に対し、制御のタイミングを遅えることにより、2つの受光素子を異なる感度に設定する第1の方法について、図23を参照して説明する。

図23の第1段目は、CCD イメージセンサ4の露光期間を示している。同図の第2段目は、電荷掃き出しを指令するパルス電圧のタイミングを示している。同図の第3段目は、電荷転送を指令する制御電圧が与えられるタイミングを示している。同図の第4段目は、第1の受光素子に対し、電荷読み出しを指令するパルス電圧のタイミングを示している。同図の第5段目は、電荷掃き出しパルス電圧および電荷読み出しパルス電圧が与えられることに対応して第1の受光素子に蓄積される電荷量の変化を示している。同図の第6段目は、第2の受光素子に対し、電荷読み出しを指令するパルス電圧のタイミングを示している。同図の第7段目は、電荷掃き出しパルス電圧および電荷読み出しパルス電圧が与えられることに対応して第2の受光素子に蓄積される電荷量の変化を示している。

感度のモザイク配列を電子的に実現する第1の方法において、電荷掃き出しパルス電圧は、第1および第2の受光素子に対し共通して、露光期間以外において

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

48

は、フォトダイオード23から電荷を掃き出しさせる（リセットさせる）ように供給され、露光期間中においては、所定のタイミングで1回だけ電荷をリセットするために供給される。

電荷転送電圧は、露光期間以外においては、第1および第2の受光素子に対し
5 共通して垂直レジスタ26に電荷を転送させるための波形電圧が供給され、露光期間中においては、垂直レジスタ26からの電荷の転送が停止されるように電荷転送電圧は供給されない。

電荷読み出しパルス電圧は、各受光素子に対して異なるタイミングで供給される。第1の受光素子に対しては、露光期間中の電荷掃き出しパルス電圧の供給タイ
10 イミング（同図の第2段目）の直前に、1回目の電荷読み出しパルス電圧が供給され、露光期間中の終了の直前に2回目の電荷読み出しパルス電圧が供給される。

その結果、第1の受光素子からは、1回目および2回目の電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングのそれぞれにおける第1の受光素子の蓄積電荷量が垂直レジスタ26に読み出される。なお、露光期間中は垂直レジスタ26の電荷の転送
15 は停止されているので、それら2回の読み出し電荷量が垂直レジスタ26内で加算され、露光期間終了後に同じフレームのデータとして垂直レジスタ26から転送されるようになされている。

一方、第2の受光素子に対しては、露光期間中の電荷掃き出しパルス電圧の供給タイミングの直前に1回だけ電荷読み出しパルス電圧が供給される。その結果、
20 第2の受光素子からは、1回だけの電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングにおける第2の受光素子の蓄積電荷量が垂直レジスタ26に読み出される。なお、露光期間中は垂直レジスタ23の電荷の転送は停止されているので、第2の受光素子から読み出された蓄積電荷は、露光期間終了後に、第1の受光素子から読み出された蓄積電荷と同じフレームのデータとして垂直レジスタ26から転送されるようになされている。
25

以上のように、第1の受光素子と第2の受光素子とに対する制御タイミングをそれぞれ違えることにより、同じ露光期間中に第1の受光素子で読み出される蓄

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

49

積電荷量と、第2の受光素子から読み出される蓄積電荷量、すなわち感度が異なるように設定することができる。

ところで、感度のモザイク配列を電子的に実現する第1の方法では、受光素子によっては露光期間中の全域にわたる被写体の情報を計測できないという点が問題である。

次に、感度のモザイク配列を電子的に実現する第2の方法について、図24を参照して説明する。同図の第1乃至6段目はそれぞれ、図23の第1乃至6段目と同様に、CCDイメージセンサ4の露光期間、電荷掃き出しを指令するパルス電圧のタイミング、電荷転送を指令する制御電圧が与えられるタイミング、第1の受光素子に対して電荷読み出しを指令するパルス電圧のタイミング、電荷掃き出しパルス電圧および電荷読み出しパルス電圧が与えられることに対応して第1の受光素子に蓄積される電荷量の変化、第2の受光素子に対する電荷読み出しを指令するパルス電圧のタイミング、電荷掃き出しパルス電圧および電荷読み出しパルス電圧が与えられることに対応して第2の受光素子に蓄積される電荷量の変化を示している。

感度のモザイク配列を電子的に実現する第2の方法においては、露光期間中において、電荷掃き出しパルス電圧および電荷読み出しパルス電圧が複数回繰り返して供給される。

すなわち、電荷掃き出しパルス電圧については、第1および第2の受光素子に対し共通して露光期間中において、1回目の電荷掃き出しパルス電圧と2回目の電荷掃き出しパルス電圧の組が複数回供給される。電荷読み出しパルス電圧については、第1の受光素子に対しては、1回目および2回目の電荷掃き出しパルス電圧の組毎に、1回目の電荷掃き出しパルス電圧の直前に1回目の電荷読み出しパルス電圧が供給され、2回目の電荷掃き出しパルス電圧の直前に2回目の電荷読み出しパルス電圧が供給される。一方、第2の受光素子に対しては、電荷掃き出しパルス電圧の組毎に、1回目の電荷掃き出しパルス電圧の直前に1回だけ電荷読み出しパルス電圧が供給される。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

50

その結果、第1の受光素子からは、1回目および2回目の電荷掃き出しパルス電圧の組毎に、1回目の電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングにおける第1の受光素子の蓄積電荷量と、2回目の電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングにおける第1の受光素子の蓄積電荷量が読み出される。なお、露光期間中は、垂直レジスタ26の電荷の転送が停止されているので、これら組ごとに2回ずつ読み出された電荷量は、垂直レジスタ26で加算される。第2の受光素子からは、1回目および2回目の電荷掃き出しパルス電圧の組毎に1回だけ供給される電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングにおける第2の受光素子の蓄積電荷量が読み出される。これら組ごとに1回ずつ読み出された電荷量は、垂直レジスタ26で加算される。

以上説明したような感度のモザイク配列を電子的に実現する第2の方法では、露光期間において電荷の読み出しを複数回繰り返すので、露光期間中の全域にわたる被写体の情報を計測することが可能となる。

なお、上述した感度のモザイク配列を電子的に実現する第1および第2の方法に関連し、一般的に、CCDイメージセンサ4の読み出し制御は、水平ライン毎に配線される垂直レジスタ駆動電極25に印加される。例えば、図5に示した色・感度モザイクパターンP1のように、水平ライン毎に感度が変わるような感度のモザイク配列を実現するためには、その電極構造を利用すればよいので、ラインごとに異なる読み出しパルス電圧がかけられるような若干の改良をおこなえばよい。さらに、3相駆動の垂直レジスタを持つプログレッシブスキャンのCCDイメージセンサにおいては、その電極構造を工夫することによって、2段階感度による任意のモザイク配列を電子的に実現できる。

図25は、2段階の感度を有する感度のモザイク配列を実現するために用いる電極配線による垂直転送用ポリシリコン電極の第1の電極構造を示している。図26は、図25の図中の線分a-a'におけるCCDイメージセンサの断面図を示している。第1相垂直レジスタ駆動電極42および第2相垂直レジスタ駆動電極43は、同じ水平ライン上で隣接する画素の電極と連結しているので、同一水平ラ

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

51

イン上の電極は同期して駆動される。一方、第3相垂直レジスタ駆動電極44は、同じ垂直ライン上で隣接する画素の電極と連結しているため、同一垂直ライン上の電極は同期して駆動される。また、第2相垂直レジスタ駆動電極43および第3相垂直レジスタ駆動電極44は、対応するフォトダイオード23に隣接する読み出しゲート41上にもかかるようになされている。

したがって、第2相垂直レジスタ駆動電極43、または第3相垂直レジスタ駆動電極44に読み出しパルスを印加した場合、読み出しゲート41のバリアを一時的に取り除き、対応するフォトダイオード23に蓄積されている電荷を垂直レジスタ26に転送することが可能である。以下、図25および図26に示した電極構造をOR型の電極構造と記述する。

図27は、2段階の感度を有する感度のモザイク配列を実現するために用いる電極配線による垂直転送用ポリシリコン電極の第2の電極構造を示している。図27の図中の線分a a'におけるCCDイメージセンサの断面も、図26に示した断面図と同様である。すなわち、第2の電極構造においても、第1の電極構造と同様に、第1相垂直レジスタ駆動電極42および第2相垂直レジスタ駆動電極43は、同じ水平ライン上で隣接する画素の電極と連結しているため、同一水平ライン上の電極は同期して駆動される。第3相垂直レジスタ駆動電極44は、第1の電極構造と同様に、同じ垂直ライン上で隣接する画素の電極と連結しているため、同一垂直ライン上の電極は同期して駆動される。

しかしながら、第3相垂直レジスタ駆動電極44が対応するフォトダイオード23に隣接する読み出しゲート41上において、当該フォトダイオード23の辺縁部分に沿って配置され、次いでそれに隣接するように第2相垂直レジスタ駆動電極43の細長く加工された部分が読み出しゲート41にかかるようになされている点が第1の電極構造と異なる。

したがって、第2相垂直レジスタ駆動電極43および第3相垂直レジスタ駆動電極44のうち、一方だけに読み出しパルスを印加した場合、読み出しゲート41のバリアを取り除くことができない。読み出しゲート41のバリアを取り除き、

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

52

フォトダイオード23に蓄積されている電荷を垂直レジスタ26に転送するためには、第2相垂直レジスタ駆動電極43と第3相垂直レジスタ駆動電極44に同時に読み出しパルス印加する必要がある。以下、図27に示した電極構造をAND型の電極構造と記述する。

- 5 以上説明したOR型の電極構造とAND型の電極構造を1つのCCDイメージセンサ内で組み合わせて使うことにより、2段階感度による任意のモザイク配列をつくることができる。例えば、図5に示した色・感度モザイクパターンP1のうち、感度のモザイク配列を実現するためには、図28に示すようにOR型の電極構造とAND型の電極構造を組み合わさればよい。
- 10 図5と図28を比較すれば明らかなように、2段階の感度S0、S1のうち、低感度S0の画素にはAND型の電極構造を採用し、高感度S1の画素にはOR型の電極構造を採用するようにする。このようにOR型とAND型の電極構造を組み合わせて構成したCCDイメージセンサ4に対し、その第2相垂直レジスタ駆動電極43に読み出しパルス電圧を印加すれば、OR型の画素だけで電荷読み出しがおこなわれ、第2相垂直レジスタ駆動電極43および第3相垂直レジスタ駆動電極44に同時に読みだしパルス電圧を印加すれば、OR型とAND型の両方、すなわち全ての画素で電荷読み出しがおこなわれるようになる。

- 20 なお、第2相垂直レジスタ駆動電極43、および第3相垂直レジスタ駆動電極44に対するパルス電圧の供給タイミングは、図23（または図24）に示した制御タイミングのうち、同図(D)の1回目の電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングと、同図(F)の電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングにおいて、第2相および第3相の両方を駆動し、同図(D)の2回目の電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングにおいて第2相だけを駆動するようにすれば、OR型の電極構造の画素は高感度S1となり、AND型の電極構造の画素は低感度S0となる。

- 25 同様の方法により、その他の2段階の感度を有する感度のモザイク配列をつくることができる。例えば、図6に示した色・感度モザイクパターンP2のうち、感度のモザイクパターンを実現するためには、OR型とAND型を図29に示すよ

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

53

うに組み合わせる。図7に示した色・感度モザイクパターンP3のうち、感度のモザイクパターンを実現するためには、OR型とAND型を図30に示すように組み合わせる。図8に示した色・感度モザイクパターンP4のうち、感度のモザイクパターンを実現するためには、OR型とAND型を図31に示すように組み合わせる。図9に示した色・感度モザイクパターンP5のうち、感度のモザイクパターンを実現するためには、OR型とAND型を図32に示すように組み合わせる。

次に、画像処理部7を中心とする画像処理系のデモザイク処理について説明するが、その前に、以下の説明において用いる画素の位置座標の定義について、図33を参照して説明する。

- 10 図33は、画像上の画素の位置を示す座標系 (x, y) を示している。すなわち、画像の左下端を $(0, 0)$ とし、画像の右上端を (x_{max}, y_{max}) とする。図中に□で表されている各画素は、長さ1の横幅と縦幅を有し、格子上に配列されている。従って、例えば、左下端の画素の中心の座標は、 $(0.5, 0.5)$ であり、右上端の画素の中心の座標は $(x_{max} - 0.5, y_{max} - 0.5)$ である。
- 15 また、以下の説明において、□で表されている各画素に対して位相が縦横に半画素ずれた画像データ（図中に●で表される位置の画素データ）を利用する場合があるが、例えば、左下端の画素に対して縦横に半画素だけ位相がずれた画像データの座標は $(1, 1)$ である。

- 次に、図34は、画像処理部7を中心とする画像処理系の第1のデモザイク処理の概要を示している。
- 20

第1のデモザイク処理は、図34に示すように、撮像系の処理によって得られた色・感度モザイク画像の画素の色を変更することなく、感度を均一化して色モザイク画像を生成する感度均一化処理と、色・感度モザイク画像Mの各画素のRGB成分を復元する色補正処理から成る。

- 25 第1のデモザイク処理における第1の感度均一化処理の概要について、図35乃至図37を参照して説明する。図35乃至図37は、処理される画像の所定の1ラインの画素配列を示している。X0は、色成分がX（例えば、R（赤））であ

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

54

り、感度が2段階S0, S1のうちのS0であることを示し、X1は、色成分がXであり、感度が2段階S0, S1のうちのS1であることを示し、Y0は、色成分がY (例えば、G (緑)) であり、感度が2段階S0, S1のうちのS0であることを示し、Y1は、色成分がYであり、感度が2段階S0, S1のうちのS1であることを示している。感度S0の画素は、入射光の強度を所定の割合で減衰させて測光し、感度S1の画素は、入射光の強度を減衰させることなく測光する。また、同図の横軸は画素のライン上の位置を示しており、縦棒の長さは対応する画素の画素値を示している。

第1のデモザイク処理における第1の感度均一化処理は、2段階の処理に分別することができる。図35は、第1の感度均一化処理を施される前の色・感度モザイク画像の所定の1ラインの画素の画素値を示している。なお、曲線Xは、入射光の色Xの強度分布を示し、曲線Yは、色Yの強度分布を示している。

閾値 θ_H は、CCDイメージセンサ4の飽和レベルを示し、入射光の強度が閾値 θ_H を超える場合、その強度を正確に測定することができず、その測定値は閾値 θ_H と等しい値となる。閾値 θ_L は、CCDイメージセンサ4のノイズレベルを示しており、入射光の強度が閾値 θ_L よりも小さい場合も、その強度を正確に測定することができず、その測定値は閾値 θ_L と等しい値となる。

有効性判別結果は、各画素が入射光の強度を正確に測定できたか否かを示す情報、すなわち、測定された各画素の画素値が有効V (Valid) であるか、無効I (Invalid) であるかを示す情報である。

第1の感度均一化処理の1段階目の処理により、感度S0の画素の画素値は、感度S1に対する感度S0の相対的比率を用いてスケーリングされる。感度S1の画素の画素値はスケーリングされない。図36は、第1の感度均一化処理の1段階目の処理を施した結果を示している。1段階目の処理が施された状態では、同図に示すように、有効性判別結果が有効である画素は、スケーリングによって本来の光強度が復元されるが、無効である画素は、本来の光強度が復元されていない。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

55

そこで、第1の感度均一化処理の2段階目の処理では、無効である画素の画素値を、その近傍の同じ色の有効な画素の画素値を用いて補間する。図37は、第1の感度均一化処理の2段階目の処理を施した結果を示している。例えば、図37の中央の無効であって色Yの画素は、近傍の有効な色Yの画素の画素値を用いて生成される補間曲線Y'に従って補間される。

次に、第1のデモザイク処理における第2の感度均一化処理の概要について、図35、図38、および図39を参照して説明する。第2の感度均一化処理も、2段階の処理に分別することができる。第2の感度均一化処理が施される前の色・感度モザイク画像の所定の1ラインの画素の画素値は、図35と同様であるとする。

第2の感度均一化処理の1段階目の処理により、各画素の色を変更することなく、感度S0での画素値と、感度S1での画素値が推定される。例えば、色Xであって感度S0の画素については、感度S0での画素値はそのまま用いられ、感度S1での推定値が近傍に存在する色Xであって感度S1の画素の画素値を用いて補間される。図38は、第2の感度均一化処理の1段階目の処理を施した結果を示している。同図に示すように、1段階目の処理が施されたことにより、各画素は、元の色の感度S0の画素値と、感度S1の画素値を有している。

第2の感度均一化処理の2段階目の処理では、画素毎に感度S0の画素値と、感度S1の画素値が合成されて感度が均一化される。図39は、第2の感度均一化処理の2段階目の処理を施した結果を示している。

次に、図40は、画像処理部7を中心とする画像処理系の第2のデモザイク処理の概要を示している。

第2のデモザイク処理は、図40に示すように、撮像系の処理によって得られた色・感度モザイク画像の画素の色を、感度均一化のために最適な色に変更して感度を均一化し、色モザイク画像を生成する感度均一化処理と、色・感度モザイク画像Mの各画素のRGB成分を復元する色補正処理から成る。

第2のデモザイク処理における第1の感度均一化処理の概要について、図35、

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

56

図 4 1 および図 4 2 を参照して説明する。

第 2 のデモザイク処理における第 1 の感度均一化処理も、2 段階の処理に分別することができる。第 1 の感度均一化処理が施される前の色・感度モザイク画像の所定の 1 ラインの画素の画素値は、図 3 5 と同様であるとする。

- 5 第 2 のデモザイク処理における第 1 の感度均一化処理の 1 段階目の処理により、感度 S 0 の画素の画素値は、感度 S 1 に対する感度 S 0 の相対的比率を用いてスケーリングされる。感度 S 1 の画素の画素値はスケーリングされない。図 4 1 は、第 1 の感度均一化処理の 1 段階目の処理を施した結果を示している。1 段階目の処理が施された状態では、同図に示すように、有効性判別結果が有効 V である画素は、スケーリングによって本来の光強度が復元されるが、無効 I である画素は、
10 本来の光強度が復元されていない。

- そこで、第 2 のデモザイク処理における第 1 の感度均一化処理の 2 段階目の処理では、無効である画素の画素値を、その色に拘わらず近傍の有効な画素の画素値を用いて補間する。図 4 2 は、第 1 の感度均一化処理の 2 段階目の処理を施した結果を示している。例えば、図 4 1 の中央の無効であって色 Y の画素は、図 4
15 2 に示すように、当該画素に隣接する有効な色 X の画素の画素値を用いて生成される補間曲線 X ' に基づいて色 X の画素値が補間される。

- 次に、第 2 のデモザイク処理における第 2 の感度均一化処理の概要について、図 3 5、図 4 3、および図 4 4 を参照して説明する。第 2 のデモザイク処理にお
20 ける第 2 の感度均一化処理も、2 段階の処理に分別することができる。第 2 の感度均一化処理が施される前の色・感度モザイク画像の所定の 1 ラインの画素の画素値は、図 3 5 と同様であるとする。

- 第 2 のデモザイク処理における第 2 の感度均一化処理の 1 段階目の処理では、各画素に対し、色に拘わらずより近くに位置する近傍の画素の画素値が用いられ
25 て感度 S 0 での画素値と、感度 S 1 での画素値が推定される。例えば、色 X の画素の推定値として、当該画素に隣接する画素が色 Y である場合、色 Y の感度 S 1 での推定値と、感度 S 1 での画素値が補間される。図 4 3 は、第 2 の感度均一化

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

57

処理の1段階目の処理を施した結果を示している。同図に示すように、1段階目の処理が施されたことにより、各画素は、元の色に拘わらず隣接した画素の色に変更されて、感度S0での画素値と、感度S1での画素値を有している。

- 第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理の2段階目の処理では、
- 5 画素毎に感度S0の画素値と、感度S1の画素値が合成されて感度が均一化される。図44は、第2の感度均一化処理の2段階目の処理を施した結果を図44に示す。

- 次に、第1のデモザイク処理を主に実行する画像処理部7の第1の構成例について、図45を参照して説明する。以下、特に断りがある場合を除き、色・感度
- 10 モザイク画像は、図6の色・感度モザイクパターンP2である、すなわち、画素の色は3原色RGBのうちのいずれかの色であり、感度はS0, S1のうちの一方であるとする。ただし、以下に説明する構成や動作は、RGB以外の3色から成る色・感度モザイク画像や、4色から成る色・感度モザイク画像に適用することも可能である。

- 15 画像処理部7の第1の構成例において、撮像系からの色・感度モザイク画像は、感度均一化部51に供給される。色・感度モザイク画像の色モザイク配列を示す色モザイクパターン情報は、感度均一化部51、および色補間部52に供給される。色・感度モザイク画像の感度モザイク配列を示す感度モザイクパターン情報は、感度均一化部51に供給される。

- 20 感度均一化部51は、色モザイクパターン情報および感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に感度均一化処理を施すことによって、各画素の色が変更されずに感度が均一化された色モザイク画像Mを生成し、色補間部52に出力する。

- 色補間部52は、感度均一化部51からの色モザイク画像Mに対し、色モザイク
- 25 クパターン情報を用いる色補間処理を施すことによって出力画像R, G, Bを生成する。

なお、色モザイクパターン情報は、色・感度モザイク画像の各画素の色の種類

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

58

(いまの場合、R、G、Bのいずれかの色)を示す情報であり、画素位置をインデックスとして、その画素が有する色成分の情報を取得できるようになされている。

感度モザイクパターン情報は、色・感度モザイク画像の各画素の感度の種類(いまの場合、S0またはS1)を示す情報であり、画素位置をインデックスとして、その画素の感度の情報を取得できるようになされている。

図46は、感度均一化部51の第1の構成例を示している。当該第1の構成例は、図35乃至図37を参照して説明した第1の感度均一化処理を実行する感度均一化部51の構成例である。

10 感度均一化部51の第1の構成例において、撮像系からの色・感度モザイク画像は、感度補償部61および有効性判別部63に供給される。色モザイクパターン情報は、欠落補間部64に供給される。感度モザイクパターン情報は、感度補償部61および有効性判別部63に供給される。

感度補償部61は、相対感度値LUT62から得られる相対感度値Sに基づき、
15 色・感度モザイク画像に感度補償を施して欠落補間部64に出力する。相対感度値LUT62は、画素の感度をインデックスとして、相対感度値Sを出力するルックアップテーブルである。

有効性判別部63は、色・感度モザイク画像の各画素の画素値を、飽和レベルの閾値 θ_H およびノイズレベルの θ_L と比較することによって画素値の有効性を
20 判別し、その結果を判別情報として欠落補間部64に供給する。判別情報には、各画素の画素値について、有効(Valid)、または無効(Invalid)を示す情報が記述されている。

欠落補間部64は、有効性判別部63からの判別情報に基づき、感度補償された色・感度モザイク画像に欠落補間処理を施すことによって色モザイク画像Mを
25 生成し、後段の色補間部52に出力する。

図47は、色補間部52の構成例を示している。色補間部52において、感度均一化部51からの色モザイク画像Mは、階調変換部71に供給される。色モザ

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

59

イクパターン情報は、色差画像生成部72、73、および輝度画像生成部74に供給される。

階調変換部71は、色モザイク画像Mに対して階調変換処理を施し、得られる変調色モザイク画像M_gを色差画像生成部72、73、および輝度画像生成部74に供給する。階調変換処理としては、具体的には γ 乗のべき算関数による変換等を用いる。

色差画像生成部72は、変調色モザイク画像M_gを用い、全ての画素が色差C(=R-G)成分を有する色差画像Cを生成して輝度画像生成部74および色空間変換部75に供給する。色差画像生成部73は、変調色モザイク画像M_gを用い、全ての画素が色差D(=B-G)成分を有する色差画像Dを生成して輝度画像生成部74および色空間変換部75に供給する。輝度画像生成部74は、変調モザイク画像M_g、色差信号C、Dを用いて輝度画像Lを生成し、色空間変換部75に供給する。

色空間変換部75は、色差画像C、D、および輝度画像Lに色空間変換処理を施し、得られる変調画像(各画素がそれぞれRGB成分を有する画像)を階調逆変換部76乃至78に供給する。

階調逆変換部76は、色空間変換部75からのR成分の画素値を $(1/\gamma)$ 乗することにより、階調変換部71における階調変換の逆変換を施して出力画像Rを得る。階調逆変換部77は、色空間変換部75からのG成分の画素値を $(1/\gamma)$ 乗することにより、階調変換部71における階調変換の逆変換を施して出力画像Gを得る。階調逆変換部78は、色空間変換部75からのB成分の画素値を $(1/\gamma)$ 乗することにより、階調変換部71における階調変換の逆変換を施して出力画像Bを得る。

なお、感度均一化部51から供給される色モザイク画像Mがベイヤ配列を成している場合、色補間部52において、例えば、特開昭61-501424号公報等に掲示されている従来の方法を用いて色補間処理を実行するようにしてもよい。

図48は、色差画像生成部72の構成例を示している。色差画像生成部72に

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

60

において、階調変換部71からの変調色モザイク画像 M_g は平滑化部81, 82に供給される。色モザイクパターン情報も平滑化部81, 82に供給される。

平滑化部81は、各画素に対し、R成分を有する近傍の画素の画素値を用いて当該画素のR成分を補間することにより、平滑化されたR成分の画像 R' を生成して減算器83に供給する。平滑化部82は、各画素に対し、G成分を有する近傍の画素の画素値を用いて当該画素のG成分を補間することにより、平滑化されたG成分の画像 G' を生成して減算器83に供給する。

減算器83は、平滑化部81からの平滑化されるR成分の画像 R' の画素値から、平滑化部82からの平滑化されるG成分の画像 G' の対応する画素の画素値を減算することにより、色差画像Cを生成して色空間変換部75に供給する。

なお、色差画像生成部73の同様に構成されている。

図49は、輝度画像生成部74の構成例を示している。輝度画像生成部74を構成する輝度算出部91は、階調変換部71からの変調色モザイク画像 M_g 、色差画像生成部72からの色差画像C、色差画像生成部73からの色差画像D、および色モザイクパターン情報に基づいて各画素の輝度候補値を算出し、各画素の輝度候補値からなる輝度候補値画像 L_c をノイズ除去部92に出力する。

ノイズ除去部92は、輝度候補値画像 L_c の各画素値（輝度候補値）に平滑化成分（後述）を合成することによってノイズを除去し、得られる輝度画像Lを色空間変換部75に出力する。

次に、図45に示した画像処理部7の第1の構成例による第1のデモザイク処理について、図50にフローチャートを参照して説明する。

ステップS1において、感度均一化部51は、色モザイクパターン情報および感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に感度均一化処理を施し、得られた色モザイク画像Mを色補間部52に出力する。

図46に示した感度均一化部51の第1の構成例による第1の感度均一化処理の詳細について、図51のフローチャートを参照して説明する。

ステップS11において、感度補償部61は、入力された色・感度モザイク画

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

61

像に感度補償処理を施し、感度補償された色・感度モザイク画像を欠落補間部 64 に供給する。

感度補償処理の詳細について、図 5 2 のフローチャートを参照して説明する。ステップ S 2 1 において、感度補償部 6 1 は、色・感度モザイク画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップ S 2 2 に進む。ステップ S 2 2 において、感度補償部 6 1 は、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次 1 画素ずつ注目画素に決定する。

ステップ S 2 3 において、感度補償部 6 1 は、感度モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の感度 (S 0 または S 1) を取得し、さらに、相対感度値 LUT 6 2 を参照することによって注目画素の感度に対応する相対感度値 S を取得する。

ステップ S 2 4 において、感度補償部 6 1 は、色・感度モザイク画像の注目画素の画素値を相対感度値 S で除算することにより、その画素値の感度を補償する。感度が補償された画素値は、感度補償された色・感度モザイク画像の画素値とされる。

処理は、ステップ S 2 1 に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップ S 2 1 乃至 S 2 4 の処理が繰り返される。ステップ S 2 1 において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理は図 5 1 のステップ S 1 2 にリターンする。

ステップ S 1 2 において、有効性判別部 6 3 は、色・感度モザイク画像に有効性判別処理を施すことにより、各画素の画素値の有効性を示す判別情報を生成して欠落補間部 6 4 に供給する。なお、ステップ S 1 2 の有効判別処理は、ステップ S 6 1 の感度補償処理を平行して実行するようにしてもよい。

有効性判別処理の詳細について、図 5 3 のフローチャートを参照して説明する。ステップ S 3 1 において、有効性判別部 6 3 は、色・感度モザイク画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

62

定した場合、ステップS32に進む。ステップS32において、有効性判別部63は、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

5 ステップS33において、有効性判別部63は、色・感度モザイク画像の注目画素の画素値が、ノイズレベルの閾値 θ_L と飽和レベルの閾値 θ_H の範囲内であるか否かを判定し、閾値の範囲内であると判定した場合、ステップS34に進む。

ステップS34において、有効性判別部63は、注目画素の判別情報を有効とする。処理はステップS31に戻る。

10 ステップS33において、色・感度モザイク画像の注目画素の画素値が閾値の範囲内ではないと判定した場合、ステップS35に進む。ステップS35において、有効性判別部63は、色・感度モザイク画像の注目画素の画素値が、飽和レベルの閾値 θ_H 以上であるか否かを判定し、飽和レベルの閾値 θ_H 以上であると判定した場合、ステップS36に進む。

15 ステップS36において、有効性判別部63は、感度モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素が感度S0であるか否かを判定し、感度S0であると判定した場合、ステップS34に進み、注目画素が感度S0ではないと判定した場合、ステップS37に進む。

ステップS37において、有効性判別部63は、注目画素の判別情報を無効とする。処理はステップS31に戻る。

20 ステップS35において、色・感度モザイク画像の注目画素の画素値が飽和レベルの閾値 θ_H 以上ではないと判定した場合、ステップS38に進む。ステップS38において、有効性判別部63は、感度モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素が感度S1であるか否かを判定し、感度S1であると判定した場合、ステップS34に進み、注目画素が感度S1ではないと判定した場合、
25 ステップS37に進む。

その後、ステップS31において、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS31乃至38の処理が繰り返される。ステップS31において、

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

64

全ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理は図50のステップS2にリターンする。

以上説明したステップS1の感度均一化処理によって得られた色モザイク画像Mに対し、ステップS2において、色補間部52は、色モザイクパターン情報に基づいて色補間処理を施すことにより、出力画像R、G、Bを生成する。

色補間処理の詳細について、図55のフローチャートを参照して説明する。ステップS51において、階調変換部71は、色モザイク画像Mに対して階調変換処理を施す（具体的には、変調色モザイク画像Mgの各画素値を γ 乗する）ことにより、変調色モザイク画像Mgを生成して色差画像生成部72、73、および輝度画像生成部74に供給する。

ステップS52において、色差画像生成部72は、階調変換部71からの変調色モザイク画像Mgを用いて色差画像Cを生成し、輝度画像生成部74および色空間変換部75に供給する。一方、色差画像生成部73は、階調変換部71からの変調色モザイク画像Mgを用いて色差画像Dを生成し、輝度画像生成部74および色空間変換部75に供給する。

色差画像生成部72が色差画像Cを生成する第1の処理について、図56のフローチャートを参照して説明する。ステップS61において、平滑化部81、82は、変調色モザイク画像Mgの全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS62に進む。ステップS62において、平滑化部81、82は、変調色モザイク画像Mgの左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

ステップS63において、平滑化部81は、色モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の近傍の画素（例えば、注目画素を中心とする5×5画素）のうち、R成分を有する画素を検出し、検出した画素（以下、参照画素と記述する）の画素値を抽出する。一方、平滑化部82も同様に、色モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の近傍の画素のうち、G成分を有する画素を検出し、検出した画素の画素値を抽出する。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

67

ステップS 7 1乃至S 7 6の処理が繰り返される。ステップS 7 1において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理はステップS 7 7に進む。

以上説明したステップS 7 1乃至S 7 6の処理によって生成された輝度候補画像L cはノイズ除去部9 2に供給される。

- 5 ステップS 7 7において、ノイズ除去部9 2は、変調色モザイク画像M gの全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS 7 8に進む。ステップS 7 8において、ノイズ除去部9 2は、変調色モザイク画像M gの左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。
- 10 ステップS 7 9において、ノイズ除去部9 2は、注目画素の上下左右に位置する画素の画素値(輝度候補値)を次式(4)に適用して、注目画素に対応する勾配 ∇ (グラディエント)を算出する。なお、勾配 ∇ は、画像の水平方向と垂直方向の1次微係数を要素とするベクトルである。また、注目画素の上下左右に位置する画素の画素値(輝度候補値)を、それぞれL c (U), L c (D), L c (L), L c (R)とする。

$$\text{勾配}\nabla = (L c (R) - L c (L), L c (U) - L c (D)) \cdots (4)$$

ステップS 8 0において、ノイズ除去部9 2は、注目画素の上下左右に位置する画素の画素値(輝度候補値)を次式(5), (6)に適用して、注目画素に対応する水平方向の平滑化成分H hと垂直方向の平滑化成分H vを算出する。

20 $H h = (L c (L) + L c (R)) / 2 \cdots (5)$

$$H v = (L c (U) + L c (D)) / 2 \cdots (6)$$

ステップS 8 1において、ノイズ除去部9 2は、ステップS 7 9で算出した注目画素に対応する勾配 ∇ の絶対値 $\|\nabla\|$ に対応して、水平方向の平滑化寄与率w hと垂直方向の平滑化寄与率w vを算出する。

- 25 具体的には、勾配 ∇ の絶対値が0よりも大きい場合、次式(7)に示すように、正規化した勾配 $\nabla / \|\nabla\|$ とベクトル(1, 0)との内積の絶対値を1から減算して水平方向の平滑化寄与率w hを得る。また、次式(8)に示すように、正規

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

69

成分の値 B_g を算出する。

$$R_g = (L + 2C - D) / 3 \quad \dots (10)$$

$$G_g = (L - C - D) / 3 \quad \dots (11)$$

$$B_g = (L - C + 2D) / 3 \quad \dots (12)$$

- 5 なお、式 (10) 乃至 (12) において、 L 、 C 、 D は、それぞれ、注目画素に対応する輝度画像 L 、色差信号 C 、色差画像 D の画素値である。

処理はステップ $S91$ に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップ $S91$ 乃至 $S93$ の処理が繰り返される。ステップ $S91$ において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理は図 55 のステップ $S55$ に

10 リターンする。

- ステップ $S55$ において、階調逆変換部 76 は、色空間変換部 75 から供給された変調画像の各画素の R 成分に対し、ステップ $S51$ の階調変換処理に対応する階調逆変換処理を施すこと（具体的には、画素値を $1/\gamma$ 乗すること）によって出力画像 R を生成する。同様に、階調逆変換部 77 は、色空間変換部 75 から
- 15 供給された変調画像の各画素の G 成分に対し、ステップ $S51$ の階調変換処理に対応する階調逆変換処理を施すことによって出力画像 G を生成する。階調逆変換部 78 は、色空間変換部 75 から供給された変調画像の各画素の B 成分に対し、ステップ $S51$ の階調変換処理に対応する階調逆変換処理を施すことによって出力画像 B を生成する。以上説明したような色補間処理によって、出力画像 R 、 G 、
- 20 B が生成される。

以上により、図 45 に示した画像処理部 7 の第 1 の構成例による第 1 のデモザイク処理についての説明を終了する。

次に、図 46 に示した感度均一化部 51 の第 2 の構成例の代わりに用いることができる感度均一化部 51 の第 2 の構成例について、図 59 を参照して説明する。

- 25 当該第 2 の構成例は、図 35、図 38、および図 39 を参照して説明した第 1 のデモザイク処理における第 2 の感度均一化処理を感度均一化部 51 が実行するための構成例である。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

70

以下、色・感度モザイク画像は、図14の色・感度モザイクパターンP10、図15の色・感度モザイクパターンP1等のように、画素の色は3原色RGBのうちのいずれかの色であり、感度は4段階S0, S1, S2, S3のうちのいずれかの感度であるとして説明する。ただし、以下に説明する構成や動作は、RGB
5 以外の3色から成る色・感度モザイク画像や、4色から成る色・感度モザイク画像に適用することも可能である。また、感度が2段階、または3段階である色・感度モザイクパターンに適用することが可能である。

感度均一化部51の第2の構成例において、撮像系からの色・感度モザイク画像、色モザイクパターン情報、および感度モザイクパターン情報は、補間部10
10 1-1乃至101-4に供給される。

補間部101-1は、色・感度モザイク画像の各画素の色を変更せずに感度S0の補間処理を施し、得られる感度S0に対応する補間値を加算器102に出力する。補間部101-2は、色・感度モザイク画像の各画素の色を変更せずに感度S1の補間処理を施し、得られる感度S1に対応する補間値を加算器102に
15 出力する。補間部101-3は、色・感度モザイク画像の各画素の色を変更せずに感度S2の補間処理を施し、得られる感度S2に対応する補間値を加算器102に出力する。補間部101-4は、色・感度モザイク画像の各画素の色を変更せずに感度S3の補間処理を施し、得られる感度S3に対応する補間値を加算器102に出力する。

20 加算器102は、補間部101-1乃至101-4から入力される感度S0乃至S3の補間値を画素毎に加算し、その和を色モザイク候補画像の画素値として合成感度補償部103に供給する。

合成感度補償部103は、加算器102から供給される色モザイク候補画像の画素値を合成感度補償LUT104に照らし合わせ、得られる値を画素値とする色
25 モザイク画像Mを生成して色補間部52に供給する。合成感度補償LUT104は、色モザイク候補画像の画素値をインデックスとして、色モザイク画像Mの画素値を取得できるようになされている。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

71

図59に示した感度均一化部51の第2の構成例による、第1のデモザイク処理における第2の感度均一化処理について、図60のフローチャートを参照して説明する。

5 ステップS101において、補間部101-1乃至101-4は、色・感度モザイク画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS102に進む。ステップS102において、補間部101-1乃至101-4は、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

10 ステップS103において、補間部101-1乃至101-4は、色・感度モザイク画像の各画素の色を変更せずに補間処理を施すことにより、それぞれ感度S0, S1, S2、または感度S3に対応する補間値を生成して加算器102に出力する。

補間部101-1による感度S0の補間処理について、図61のフローチャートを参照して説明する。ステップS111において、補間部101-1は、色・感度モザイク画像の注目画素の近傍に位置する画素（例えば、注目画素を中心とする5×5画素）のうち、色が注目画素と同じであり、かつ、感度がS0である画素を検出し、検出した画素（以下、参照画素と記述する）の画素値を抽出する。ステップS112において、補間部101-1は、検出した参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。ステップS113において、補間部101-1は、各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数とを乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いたフィルタ係数の総和で除算して、その商を注目画素の感度S0に対応する補間値とする。処理は図60のステップS60に戻る。

25 なお、補間部101-2乃至101-3による感度S1乃至S3の補間処理は、上述した補間部101-1による感度S0の補間処理と同様であるので、その説明は省略する。

ステップS104において、加算器102は、補間部101-1乃至101-

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

72

4から入力される注目画素に対応する感度S0乃至S3の補間値を加算し、その和を、注目画素に対応する色モザイク候補画像の画素値として合成感度補償部103に供給する。

5 ステップS105は、合成感度補償部103は、加算器102から供給された色モザイク候補画像の画素値を合成感度補償LUT104に照らし合わせ、得られた値を注目画素に対応する色モザイク画像Mの画素値とする。

処理は、ステップS101に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS101乃至105の処理が繰り返される。ステップS101において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、第1のデモザイク処理
10 における第2の感度均一化処理は終了される。

なお、第2の感度均一化処理後においては、図55のフローチャートを参照して上述した色補間処理が実行される。

次に、上述した色差画像Cを生成する第1の処理(図56)の代わりに、色差画像生成部72が実行可能な色差画像Cを生成する第2の処理について、図62
15 のフローチャートを参照して説明する。

ステップS121において、平滑化部81、82は、変調色モザイク画像Mgの全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS122に進む。ステップS122において、平滑化部81、82は、変調色モザイク画像Mgの左下の画素から右上の画素まで、
20 順次1画素ずつ注目画素に決定する。

ステップS123において、平滑化部81は、注目画素に対応する画像勾配ベクトルgを演算する。

画像勾配ベクトル演算処理の詳細について、図63のフローチャートを参照して説明する。当該画像勾配ベクトル演算処理においては、色モザイク画像Mgの
25 全ての画素のうち、所定の1種類の色の画素だけを用いて画像勾配ベクトルgを演算する。

なお、所定の1種類の色の選択は任意であるが、例えば、色モザイク画像Mg

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

73

の色モザイクパターンがベイヤ配列をなしている場合、G成分を有する画素は、R成分を有する画素やB成分を有する画素に比較して2倍存在するので、1種類の色をGとすることが理にかなっている。したがって、以下、色モザイク画像M_gの色モザイクパターンがベイヤ配列をなしており、かつ、所定の1種類の色を

5 Gに選択したとして仮定して説明を継続する。

ステップS141において、平滑化部81は、注目画素の色がGであるか否かを判定し、注目画素の色がGであると判定した場合、ステップS142に進む。この場合、注目画素の上下左右に位置する4画素の色はGではなく、かつ、注目画素の斜め方向に隣接する4画素の色がGである。

10 ステップS142において、平滑化部81は、注目画素の上下左右に位置する4画素にそれぞれ対応するG成分の値G(U), G(D), G(L), G(R)を、注目画素の左上に隣接するG成分を有する画素の画素値G(LU)、注目画素の左下に隣接するG成分を有する画素の画素値G(LD)、注目画素の右上に隣接するG成分を有する画素の画素値G(RU)、および、注目画素の右下に隣接するG成分を有する画素の画素値G(RD)を次式(13)乃至次式(16)に適用して

15 補間する。

$$G(U) = (G(LU) + G(RU)) / 2 \quad \dots (13)$$

$$G(D) = (G(LD) + G(RD)) / 2 \quad \dots (14)$$

$$G(L) = (G(LU) + G(LD)) / 2 \quad \dots (15)$$

$$20 \quad G(R) = (G(RU) + G(RD)) / 2 \quad \dots (16)$$

ステップS143において、平滑化部81は、注目画素の上下左右に位置する4画素にそれぞれ対応するG成分の値G(U), G(D), G(L), G(R)を、次式(17)乃至次式(19)に適用してベクトルg'を算出し、次式(20)のように正規化して勾配ベクトルgを算出する。

$$25 \quad g_h = G(R) - G(L) \quad \dots (17)$$

$$g_v = G(U) - G(D) \quad \dots (18)$$

$$g' = (g_h, g_v) \quad \dots (19)$$

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

74

$$g = g' / \| g' \| \quad \dots (20)$$

なお、ステップS 1 4 1において、注目画素の色がGではないと判定された場合、処理はステップS 1 4 4に進む。この場合、注目画素の上下左右に位置する4画素の色はGである。

- 5 ステップS 1 4 4において、注目画素の上下左右に位置する4画素の画素値を取得して、それぞれを値G (U), G (D), G (L), G (R)に代入する。

以上のように注目画素に対応する画像勾配ベクトルgを演算する。なお、色モザイク画像Mgの色モザイクパターンがベイヤ配列をなしていない場合においても、類似した処理によって画像勾配ベクトルgを演算することができる。

- 10 処理は図62のステップS 1 2 4にリターンする。

処理は図62のステップS 1 2 4にリターンする。

- ステップS 1 2 4において、平滑化部81は、色モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の近傍の画素（例えば、注目画素を中心とする5×5画素）のうち、R成分を有する画素を検出し、検出した画素（以下、参照画素と
15 記述する）の画素値を抽出する。一方、平滑化部82も同様に、色モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の近傍の画素のうち、G成分を有する画素を検出し、検出した画素の画素値を抽出する。

- ステップS 1 2 5において、平滑化部81は、注目画素からR成分を有する各参照画素までの位置ベクトルnをそれぞれ算出して正規化する。一方、平滑化部
20 82も同様に、注目画素からG成分を有する各参照画素までの位置ベクトルnをそれぞれ算出して正規化する。

- ステップS 1 2 6において、平滑化部81は、次式(21)に示すように、R成分を有する参照画素毎に、注目画素の勾配ベクトルgと位置ベクトルnとの内積の絶対値を1から除算し、その差のρ乗を演算することにより、当該参照画素
25 に対する重要度ωを算出する。一方、平滑化部82も同様に、G成分を有する参照画素毎に重要度ωを算出する。ここで、ρは、方向選択の先鋭度を調整するための定数であり、予め設定されている。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

75

$$\omega = (1 - |(n, g)|) \cdot \dots (21)$$

ステップS127において、平滑化部81は、R成分を有する参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。一方、平滑化部82も同様に、G成分を有する参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。

ステップS128において、平滑化部81は、R成分を有する各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数および重要度 ω を乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、各参照画素に対応するフィルタ係数と重要度 ω とを乗算し、それらの積の総和を演算する。一方、平滑化部82も同様に、G成分を有する各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数および重要度 ω を乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、各参照画素に対応するフィルタ係数と重要度 ω とを乗算し、それらの積の総和を演算する。

ステップS129において、平滑化部81は、ステップS128で演算したR成分を有する各参照画素の画素値、対応するフィルタ係数、および重要度 ω の積の総和を、各参照画素に対応するフィルタ係数および重要度 ω の積の総和で除算して、その商を平滑化されたR成分だけの画像R'の注目画素に対応する画素値とする。一方、平滑化部82も同様に、平滑化部82は、ステップS128で演算したG成分を有する各参照画素の画素値、対応するフィルタ係数、および重要度 ω の積の総和を、各参照画素に対応するフィルタ係数および重要度 ω の積の総和で除算して、その商を平滑化されたG成分だけの画像G'の注目画素に対応する画素値とする。

ステップS130において、減算器83は、平滑化部81からの平滑化されたR成分だけの画像R'の注目画素に対応する画素値から、平滑化部82からの平滑化されたG成分だけの画像G'の注目画素に対応する画素値を減算し、その差を色差画像Cの注目画素の画素値とする。

処理は、ステップS121に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定される

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

77

画像は、感度補償部 1 2 1 および有効性判別部 1 2 3 に供給される。色モザイクパターン情報は、欠落補間部 1 2 4 に供給される。感度モザイクパターン情報は、感度補償部 1 2 1 および有効性判別部 1 2 3 に供給される。

- 5 感度補償部 1 2 1 は、相対感度値 LUT 1 2 2 から得られる相対感度値 S に基づき、色・感度モザイク画像に感度補償を施して欠落補間部 1 2 4 に出力する。相対感度値 LUT 1 2 2 は、画素の感度をインデックスとして、相対感度値 S を出力するルックアップテーブルである。

- 10 有効性判別部 1 2 3 は、色・感度モザイク画像の各画素の画素値を、飽和レベルの閾値 θ_H およびノイズレベルの θ_L と比較することによって画素値の有効性を判別し、その結果を判別情報として欠落補間部 1 2 4 に供給する。判別情報には、各画素の画素値について有効または無効を示す情報が記述されている。

- 15 欠落補間部 1 2 4 は、有効性判別部 1 2 3 からの判別情報に基づき、感度補償された色・感度モザイク画像の全画素のうち、判別情報が有効である画素の画素値はそのまま用い、判別情報が無効である画素に対しては、感度補償された色・感度モザイク画像のなかに最も多く存在する色を有する画素の画素値を用いて、その色成分の画素値を補間する。このように、最も多く存在する色を有する画素の画素値を用いることによって、より高周波成分が復元し易くなる。さらに、欠落補間部 1 2 4 は、生成した色モザイク画像 M の色モザイク配列に対応して色モザイクパターン情報を更新し、色補間部 1 1 2 に出力する。

- 20 次に、図 6 4 に示した画像処理部 7 の第 2 の構成例が主に実行する第 2 のデモザイク処理について説明するが、その大部分は、上述した第 1 のデモザイク処理と同様である。よって、上述した第 1 のデモザイク処理と異なる処理、すなわち、感度均一化部 1 1 1 を構成する欠落補間部 1 2 4 の欠落補間処理について、図 6 6 のフローチャートを参照して説明する。以下、色・感度モザイク画像のなかには G 成分を有する画素が最も多く存在すると仮定する。ただし、他の色成分を有する画素が最も多く存在する場合においても同様に処理することができる。

ステップ S 1 5 1 において、欠落補間部 1 2 4 は、感度補償された色・感度モ

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

78

ザイク画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS152に進む。ステップS152において、欠落補間部124は、感度補償された色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

- 5 ステップS153において、欠落補間部124は、注目画素の判別情報が無効であるか否かを判定し、注目画素の判別情報が無効であると判定した場合、ステップS154に進む。

- 10 ステップS154において、欠落補間部124は、色モザイクパターン情報を参照し、注目画素の近傍の画素（例えば、注目画素を中心とする5×5画素）のうち、G成分を有する画素であって、かつ、判別情報が有効である画素を検出し、検出した画素（以下、参照画素と記述する）の画素値を抽出する。また、欠落補間部124は、参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。さらに、欠落補間部124は、各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数を乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いたフィルタ係数の総和で除算して、その商を色モザイク画像Mの注目画素の画素値とする。

15 ステップS155において、欠落補間部124は、色モザイクパターン情報における注目画素の色をGに更新する。

- 20 なお、ステップS153において、注目画素の判別情報が無効ではないと判定された場合、ステップS154、およびステップS155の処理はスキップされる。

- 25 処理は、ステップS151に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS151乃至155の処理が繰り返される。ステップS151において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、当該欠落補間処理は終了され、得られた色モザイク画像M、および更新された色モザイクパターン情報は、後段の色補間部112に供給される。

次に、図65に示した感度均一化部111の第1の構成例の代わりに用いるこ

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

81

ステップS171において、注目画素の色がGであると判定された場合、ステップS172に進む。この場合、注目画素の斜め方向に隣接する4画素の色もGである。ステップS172において、補間色決定部131は、注目画素の補間色をGに決定し、補間部132-1乃至132-4に通知する。さらに、補間色決定部131は、注目画素に対応する色モザイクパターン情報をGに更新する。

ステップS171において、注目画素の色がRであると判定された場合、ステップS173に進む。この場合、注目画素の斜め方向に隣接する4画素の色はBである。ステップS173において、補間色決定部131は、注目画素の補間色をBに決定し、補間部132-1乃至132-4に通知する。さらに、補間色決定部131は、注目画素に対応する色モザイクパターン情報をBに更新する。

ステップS171において、注目画素の色がBであると判定された場合、ステップS174に進む。この場合、注目画素の斜め方向に隣接する4画素の色はRである。ステップS174において、補間色決定部131は、注目画素の補間色をRに決定し、補間部132-1乃至132-4に通知する。さらに、補間色決定部131は、注目画素に対応する色モザイクパターン情報をRに更新する。

以上説明した補間色決定処理によれば、色モザイク配列がベイヤ配列をなす色・感度モザイク画像のRとBを入れ替えるように、注目画素の補間色を指定するので、更新された色モザイクパターン情報もベイヤ配列をなすことが維持される。

処理は図68のステップS164にリターンする。ステップS164において、補間部132-1乃至132-4は、補間色決定部131からの補間色の指定に対応し、色・感度モザイク画像に補間処理を施すことにより、それぞれ感度S0、S1、S2、または感度S3に対応する補間値を生成して加算器133に出力する。

具体的には、例えば、補間部132-1は、色・感度モザイク画像の注目画素の近傍に位置する画素（例えば、注目画素を中心とする5×5画素）のうち、補間色指定部131から指定された色を有し、かつ、感度がS0である画素を検出

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

82

し、検出した画素(以下、参照画素と記述する)の画素値を抽出する。また、補間部132-1は、検出した参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。さらに、補間部132-1は、各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数とを乗算し、
5 それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いたフィルタ係数の総和で除算して、その商を注目画素の感度S0に対応する補間値とする。

なお、補間部132-2乃至132-3による感度S1乃至S3の補間処理は、上述した補間部132-1による感度S0の補間処理と同様であるので、その説明は省略する。

10 ステップS165において、加算器133は、補間部132-1乃至132-4から入力される注目画素に対応する感度S0乃至S3の補間値を加算し、その和を注目画素に対応する色モザイク候補画像の画素値として合成感度補償部133に供給する。

15 ステップS166は、合成感度補償部134は、加算器133から供給された色モザイク候補画像の画素値を合成感度補償LUT135に照らし合わせ、得られた値を注目画素に対応する色モザイク画像Mの画素値とする。

処理は、ステップS161に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS161乃至166の処理が繰り返される。ステップS161において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、第2のデモザイク処理
20 における第2の感度均一化処理は終了される。

なお、第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理により得られた色モザイク画像Mに対しては、色補間部112によって色補間処理が施されるが、その処理は図55のフローチャートを参照して上述した色補間処理と同様であるので説明は省略する。

25 次に、図70は、画像処理部7を中心とする画像処理系の第3のデモザイク処理の概要を示している。

第3のデモザイク処理は、図70に示すように、撮像部の処理によって得られ

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

86

次に、図73に示した画像処理部7の第3の構成例による第3のデモザイク処理について、図76にフローチャートを参照して説明する。

ステップS181において、感度別色補間部151は、色・感度モザイク画像に感度別色補間処理を施すことにより、R成分の感度モザイク画像 MsR、G成分の感度モザイク画像 MsG、およびB成分の感度モザイク画像 MsB を生成し、それぞれ対応する感度均一化部152乃至154に供給する。

感度別色補間部151の感度別色補間処理の詳細について、図77のフローチャートを参照して説明する。ステップS191において、抽出部161は、感度モザイクパターン情報に含まれる全ての感度（いまの場合、S0およびS1）を指定したか否かを判定し、全ての感度を指定していないと判定した場合、ステップS192に進む。

ステップS192において、抽出部161は、感度モザイクパターン情報に含まれる全ての感度のうちの1種類の感度を指定する。指定された感度をSiとする。

ステップS193において、抽出部161は、色・感度モザイク画像の全ての画素のうち、感度Siの画素だけを抽出し、感度Siの色モザイク画像 McSi を生成して色補間部162に供給する。さらに、抽出部161は、色モザイク画像 McSi と元の色・感度モザイク画像との位置関係を保持する感度Siの元位置情報を生成し、挿入部163乃至165に供給する。また、抽出部161は、色モザイク画像 McSi の色モザイク配列を示す感度Siの色モザイクパターン情報を生成し、色補間部162に供給する。

ステップS193の処理の詳細について、図78および図79を参照して説明する。

抽出される感度Siの画素は元の色・感度モザイク画像の画素間隔では抽出されないため、生成される感度Siの色モザイク画像 McSi は、元の色・感度モザイク画像とは画素間隔、原点、向きが異なる格子に形成される。そこで、抽出部161は、色モザイク画像 McSi を生成すると同時に、元の色・感度モザイク画像の座

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

87

標系と、色モザイク画像 McSi の座標系との対応関係を元に、画素毎に元の位置の情報を参照できる元位置情報を生成する。

元の色・感度モザイク画像と生成する色モザイク画像 McSi の座標系の対応関係は、図 7 8 または図 7 9 に示すとおりである。同図において、元の色・感度モザイク画像は $x y$ 座標系で表示され、色モザイク画像 McSi は $s t$ 座標系で表示されている。また、色・感度モザイク画像の■は感度 $S 0$ の画素を示し、色・感度モザイク画像の□は感度 $S 1$ の画素を示している。このように $x y$ 座標系に対して斜めに設定した $s t$ 座標系を用いることにより、元の色・感度モザイク画像において市松状に配置された感度 $S i$ の画素を、等間隔格子の画素配置として抽出できるようなされている。

図 7 8 を参照して、色・感度モザイク画像の■で示される感度 $S 0$ の画素を抽出する場合について説明する。例えば、図中の画素 A は、元の色・感度モザイク画像を表現する $x y$ 座標系では (x_A, y_A) であり、生成される色モザイク画像 McSi を表現する $s t$ 座標系では (s_A, t_A) である。 (s_A, t_A) と (x_A, y_A) は、次式 (2 2) に示すような対応関係がある。

$$s_A = \{(x_A - 1) + y_A\} / 2$$

$$t_A = \{(x_{max} - 1 - x_A) + y_A\} / 2 \quad \dots (2 2)$$

抽出部 1 6 1 は、元の色・感度モザイク画像の感度 $S 0$ の画素の座標 (x_A, y_A) を式 (2 2) に適用して、色モザイク画像 McSi での座標 (s_A, t_A) を算出し、その座標に当該画素の値を用いて色モザイク画像 McSi を生成する。同時に、感度 $S 0$ の元位置情報には、座標 (s_A, t_A) に対応して座標 (x_A, y_A) を格納する。

図 7 9 を参照して、色・感度モザイク画像の□で示される感度 $S 1$ の画素を抽出する場合について説明する。例えば、図中の画素 B は、元の色・感度モザイク画像を表現する $x y$ 座標系では (x_B, y_B) であり、生成される色モザイク画像 McSi を表現する $s t$ 座標系では (s_B, t_B) である。 (s_B, t_B) と (x_B, y_B) は、次式 (2 3) に示すような対応関係がある。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

90

第4のデモザイク処理は、撮像部の処理によって得られた色・感度モザイク画像から輝度画像を生成する輝度画像生成処理、および、色・感度モザイク画像と輝度画像を用いて出力画像R, G, Bを生成する単色画像処理から成る。

図82は、第4のデモザイク処理を主に実行する画像処理部7の第4の構成例5を示している。

画像処理部7の第4の構成例において、撮像系からの色・感度モザイク画像、色・感度モザイク画像の色モザイク配列を示す色モザイクパターン情報、および、色・感度モザイク画像の感度モザイク配列を示す感度モザイクパターン情報は、輝度画像生成部181、並びに単色画像生成部182乃至184に供給される。

10 なお、以下、特に断りがある場合を除き、色・感度モザイク画像は、図6の色・感度モザイクパターンP2であるとする。すなわち、画素の色は3原色RGBのうちのいずれかの色であり、感度はS0, S1のうちの一方であって、さらに、感度に拘わらず色だけに注目すれば、それらはベイヤ配列をなしている。

15 ただし、以下に説明する構成や動作は、RGB以外の3色から成る色・感度モザイク画像や、4色から成る色・感度モザイク画像に適用することも可能である。

輝度画像生成部181は、供給される色・感度モザイク画像に対して輝度画像生成処理を施し、得られる輝度画像を単色画像生成部182乃至184に供給する。

20 単色画像生成部182は、供給される色・感度モザイク画像および輝度画像を用いて出力画像Rを生成する。単色画像生成部183は、供給される色・感度モザイク画像および輝度画像を用いて出力画像Gを生成する。単色画像生成部184は、供給される色・感度モザイク画像および輝度画像を用いて出力画像Bを生成する。

25 図83は、輝度画像生成部181の第1の構成例を示している。輝度画像生成部181の第1の構成例において、色・感度モザイク画像、色モザイクパターン情報、および感度モザイクパターン情報は、推定部191乃至193に供給される。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

91

推定部191は、色・感度モザイク画像に対してR成分推定処理を施し、得られる各画素に対するR成分の推定値 R' を乗算器194に供給する。推定部192は、色・感度モザイク画像に対してG成分推定処理を施し、得られる各画素に対するG成分の推定値 G' を乗算器195に供給する。推定部193は、色・感度モザイク画像に対してB成分推定処理を施し、得られる各画素に対するB成分の推定値 B' を乗算器196に供給する。

乗算器194は、推定部191から供給される推定値 R' に、色バランス係数 k_R を乗算し、その積を加算器197に出力する。乗算器195は、推定部192から供給される推定値 G' に、色バランス係数 k_G を乗算し、その積を加算器197に出力する。乗算器196は、推定部193から供給される推定値 B' に、色バランス係数 k_B を乗算し、その積を加算器197に出力する。

加算器197は、乗算器194から入力される積 $R' \cdot k_R$ 、乗算器195から入力される積 $G' \cdot k_G$ 、および乗算器196から入力される積 $B' \cdot k_B$ を加算し、その和を画素値とする輝度候補画像を生成してノイズ除去部198に供給する。

ここで、色バランス係数 k_R 、 k_G 、 k_B は、予め設定されている値であり、例えば、 $k_R=0.3$ 、 $k_G=0.6$ 、 $k_B=0.1$ である。なお、色バランス係数 k_R 、 k_G 、 k_B の値は、基本的には輝度候補値として輝度変化に相関がある値を算出することができればよい。したがって、例えば、 $k_R=k_G=k_B$ としてもよい。

ノイズ除去部198は、加算器197から供給される輝度候補画像に対してノイズ除去処理を施し、得られる輝度画像を単色画像生成部182乃至184に供給する。

図84は、単色画像生成部182の構成例を示している。単色画像生成部182において、色・感度モザイク画像、色モザイクパターン情報、および感度モザイクパターン情報は、補間部201に供給される。輝度画像は、比率算出部202、および乗算器203に供給される。

補間部201は、色・感度モザイク画像に補間処理を施し、得られる全ての画

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

95

の積を加算器197に出力する。加算器197は、乗算器194から入力された積 $R' \cdot k_R$ 、乗算器195から入力された積 $G' \cdot k_G$ 、および乗算器196から入力された積 $B' \cdot k_B$ を加算し、その和を注目画素に対応する輝度候補画像の画素値（輝度候補値）とする。

- 5 処理は、ステップS221に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS221乃至224の処理が繰り返される。ステップS221において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、ステップS225にすすむ。なお、ステップS221乃至224の処理によって生成された輝度候補画像はノイズ除去部198に供給される。

- 10 ステップS225において、ノイズ除去部198は、加算器197から供給される輝度候補画像にノイズ除去処理を施すことによって輝度画像を生成し、単色画像生成部182乃至184に供給する。

ノイズ除去部198のノイズ除去処理について、図93のフローチャートを参照して説明する。ステップS241において、ノイズ除去部198は、輝度候補
15 画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS242に進む。ステップS242において、ノイズ除去部198は、輝度候補画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

- 20 ステップS243において、ノイズ除去部198は、注目画素の上下左右に位置する画素の画素値（輝度候補値）を取得し、取得した注目画素の上下左右に位置する画素輝度候補値を、それぞれ変数 a_3 , a_0 , a_1 , a_2 に代入する。

ステップS244において、ノイズ除去部198は、方向選択的平滑化処理を実行することにより、注目画素に対応する平滑化値を取得する。

- 25 ノイズ除去部198の方向選択的平滑化処理について、図94のフローチャートを参照して説明する。ステップS251において、ノイズ除去部198は、次式(24)に適用して、注目画素に対応する輝度勾配ベクトル g を算出する。

$$\text{輝度勾配ベクトル } g = (a_2 - a_1, a_3 - a_0) \quad \dots (24)$$

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

96

ステップS252において、ノイズ除去部198は、輝度勾配ベクトル g の大きさ(絶対値) $\| \nabla \|$ を演算する。

ステップS253において、ノイズ除去部198は、変数 a_0 乃至 a_3 を次式(25)、(26)に適用して、注目画素に対応する水平方向の平滑化成分 H_h と

5 垂直方向の平滑化成分 H_v を演算する。

$$H_h = (a_1 + a_2) / 2 \quad \dots (25)$$

$$H_v = (a_3 + a_0) / 2 \quad \dots (26)$$

ステップS254において、ノイズ除去部198は、輝度勾配ベクトル g の絶対値 $\| g \|$ に対応して、水平方向の重要度 w_h と垂直方向の重要度 w_v を演算する。

10

具体的には、輝度勾配ベクトル g の絶対値 $\| g \|$ が0よりも大きい場合、次式(27)に示すように、正規化した輝度勾配ベクトル $g / \| g \|$ とベクトル(1, 0)との内積の絶対値を1から減算して水平方向の重要度 w_h を得る。また、次式(28)に示すように、正規化した輝度勾配ベクトル $g / \| g \|$ とベクトル(0, 1)との内積の絶対値を1から減算して垂直方向の重要度 w_v を得る。

15

$$w_h = 1 - | (g / \| g \|, (1, 0)) | \quad \dots (27)$$

$$w_v = 1 - | (g / \| g \|, (0, 1)) | \quad \dots (28)$$

輝度勾配ベクトル g の絶対値 $\| g \|$ が0である場合、水平方向の平滑化寄与率 w_h および垂直方向の平滑化寄与率 w_v を、それぞれ0.5とする。

20 ステップS255において、ノイズ除去部198は、次式(29)を用いて注目画素に対応する平滑化値 α を演算する。

$$\alpha = (w_h \cdot H_h + w_v \cdot H_v) / (w_h + w_v) \quad \dots (29)$$

処理は図93のステップS245に戻る。ステップS245において、ノイズ除去部198は、注目画素の画素値(輝度候補値)と、ステップS244で演算した注目画素に対応する平滑化値 α の平均値を演算し、当該平均値を注目画素に対応する輝度画像の画素値(輝度値)とする。

25

処理はステップS241に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるま

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

97

で、ステップS 2 4 1乃至S 2 4 5の処理が繰り返される。ステップS 2 4 1において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、ノイズ除去処理は終了されて、すなわち、輝度画像生成処理も終了されて、図85のステップS 2 1 2にリターンする。

- 5 ステップS 2 1 2において、単色画像生成部1 8 2乃至1 8 4は、供給された色・感度モザイク画像および輝度画像を用い、それぞれ出力画像R, G, Bを生成する。

単色画像生成部1 8 2の第1の単色画像生成処理について、図95のフローチャートを参照して説明する。

- 10 ステップS 2 6 1において、補間部2 0 1は、色・感度モザイク画像に補間処理を施すことによって、全ての画素がR成分の画素値を有するR候補画像を生成し、比率値算出部2 0 2に出力する。

なお、補間部2 0 1の補間処理は、図87のフローチャートを参照して上述した輝度画像生成部1 8 1を構成する推定部1 9 1のR成分推定処理と同様である

- 15 ので、その説明は省略する。

ステップS 2 6 2において、比率値算出部2 0 2は、比率値算出処理を施すことによって強度比率を算出し、さらに、各画素に対応する強度比率を示す比率値情報を生成して乗算器2 0 3に供給する。

- 20 比率値算出部2 0 2の比率値算出処理について、図96のフローチャートを参照して説明する。ステップS 2 7 1において、比率値算出部2 0 2は、R候補画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS 2 7 2に進む。ステップS 2 7 2において、比率値算出部2 0 2は、R候補画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

- 25 ステップS 2 7 3において、比率値算出部2 0 2は、注目画素の近傍に位置する画素（例えば、注目画素を中心とする7×7画素）を参照画素し、それらの画素値（R成分の単色候補値）を取得する。また、比率値算出部2 0 2は、参照画

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

98

素と同じ座標に位置する輝度画像の画素値（輝度値）を抽出する。

ステップS 2 7 4において、比率値算出部2 0 2は、参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応し、図9 7に示すように予め設定されている平滑化フィルタ係数を参照画素の数だけ取得する。

- 5 ステップS 2 7 5において、比率値算出部2 0 2は、各参照画素のR成分の単色候補値に対応する平滑化フィルタ係数を乗算し、その積に対応する輝度値で除算して、それらの商の総和を演算する。さらに、その商の総和を、用いた平滑化フィルタ係数の総和で除算して、その商を注目画素に対応する強度比率として、比率値情報を生成する。

- 10 処理はステップS 2 7 1に戻り、R候補画像の全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS 2 7 1乃至S 2 7 5の処理が繰り返される。ステップS 2 7 1において、R候補画像の全ての画素を注目画素としたと判定された場合、生成された比率値情報が乗算器2 0 3に供給されて、処理は図9 5のステップS 2 6 3にリターンする。

- 15 ステップS 2 6 3において、乗算器2 0 3は、輝度画像の各画素の画素値に、対応する強度比率を乗算し、その積を画素値とする出力画像Rを生成する。

なお、単色画像生成部1 8 2の第1の単色画像生成処理と同時に、単色画像生成部1 8 3, 1 8 4も、同様の処理を実行する。

- 20 以上、画像処理部7の第4の構成例による第4のデモザイク処理の説明を終了する。

次に、図9 8は、輝度画像生成部1 8 1の第2の構成例を示している。輝度画像生成部1 8 1の第2の構成例は、図8 3に示した輝度画像生成部1 8 1の第1の構成例における推定部1 9 1乃至1 9 3を、推定部2 1 1で置換したものである。

- 25 輝度画像生成部1 8 1の第2の構成例において、色・感度モザイク画像、色モザイクパターン情報、および感度モザイクパターン情報は、推定部2 1 1に供給される。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

99

推定部 211 は、色・感度モザイク画像に対して成分推定処理を施し、得られる各画素に対する R 成分の推定値 R' 、G 成分の推定値 G' 、および B 成分の推定値 B' を、対応する乗算器 194 乃至 196 に供給する。

5 なお、輝度画像生成部 181 の第 2 の構成例をなす乗算器 194 乃至ノイズ除去部 198 は、同一の番号を附した図 83 に示した輝度画像生成部 181 の第 1 の構成例をなす乗算器 194 乃至ノイズ除去部 198 と同様であるので、その説明は省略する。

10 次に、推定部 211 による RGB 成分の推定処理について、図 99 のフローチャートを参照して説明する。なお、当該 RGB 成分の推定処理は、図 86 のステップ S223 における処理として、図 87 を参照して上述した R 成分推定処理に代えて実行可能な処理である。したがって、既に色・感度モザイク画像の注目画素は推定部 211 によって決定されているとして、ステップ S281 以降の処理を説明する。

15 ステップ S281 において、推定部 211 は、図 100 に示すような注目画素を中心とする 4 画素の画素値を用いる推定画素値 C_0 補間処理によって、注目画素に対応する推定画素値 C_0 を算出する。推定画素値 C_0 補間処理について、図 101 のフローチャートを参照して説明する。

20 ステップ S291 において、推定部 211 は、図 100 に示すように、○で表される注目画素に対して 1 画素分の間隔を空けて上下左右に位置する 4 画素の画素値を、それぞれ変数 a_3 、 a_0 、 a_1 、 a_2 に代入して、図 94 を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用することによって平滑化値 α を演算する。

25 このように、指定した画素の上下左右方向に位置する 4 画素の画素値を、それぞれ変数 a_3 、 a_0 、 a_1 、 a_2 に代入して、図 94 を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用することによって平滑化値 α を演算する処理を、以下、指定した画素に対応する垂直方向選択的平滑化処理と定義する。

ステップ S292 において、推定部 211 は、ステップ S291 で得た平滑化値 α を注目画素の画素値に加算して、その和を注目画素の推定画素値 C_0 とする。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

100

処理は図99のステップS282にリターンする。

ステップS282において、推定部211は、図102に示すような注目画素を中心とする12画素を用いる推定画素値C1補間処理によって、注目画素に対応する推定画素値C1を算出する。推定画素値C1補間処理について、図103

5 のフローチャートを参照して説明する。

ステップS301において、推定部211は、注目画素の色がGであるか否かを判定し、注目画素の色がGであると判定した場合、ステップS302に進む。

ステップS302において、推定部211は、図102に示すように、○で表される注目画素に対して左下、左上、右下、右上に隣接して位置する4画素の画素

10 値を、それぞれ変数 a_0 , a_1 , a_2 , a_3 に代入して、図94を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用することによって平滑化値 α を演算する。

このように、指定した画素の左下、左上、右下、右上方向に位置する4画素の画素値を、それぞれ変数 a_0 , a_1 , a_2 , a_3 に代入して、図94を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用することによって平滑化値 α を演算する処理を、以下、指定した画素に対応する斜め方向選択的平滑化処理と定義する。

15

ステップS303において、推定部211は、ステップS302で得た平滑化値 α に2を乗算して、その積を注目画素の推定画素値C1とする。処理は図99のステップS283にリターンする。

なお、ステップS301において、注目画素の色がGではないと判定された場合、処理はステップS304に進む。

20

ステップS304において、推定部211は、注目画素の左上に隣接する画素を中心として1画素分の間隔を空けて位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、変数 a_1 に代入する。ステップS305において、推定部211は、注目画素の右下に隣接する画素を中心として1画

25 素分の間隔を空けて位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、変数 a_2 に代入する。ステップS306において、推定部211は、注目画素の左下に隣接する画素の画素値を変数 a_0 に代入し、注目

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

101

画素の右上に隣接する画素の画素値を変数 a_3 に代入する。

ステップ S 3 0 7 において、推定部 2 1 1 は、ステップ S 3 0 4 乃至 S 3 0 6 で値を設定した変数 a_0 , a_1 , a_2 , a_3 を、図 9 4 を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用して平滑化値 α を演算し、その値を平滑化値 α' とする。

- 5 ステップ S 3 0 8 において、推定部 2 1 1 は、注目画素の左下に隣接する画素を中心として 1 画素分の間隔を空けて位置する 4 画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、変数 a_0 に代入する。ステップ S 3 0 9 において、推定部 2 1 1 は、注目画素の右上に隣接する画素を中心として 1 画素分の間隔を空けて位置する 4 画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、変数 a_3 に代入する。ステップ S 3 1 0 において、推定部 2 1 1 は、注目画素の左上に隣接する画素の画素値を変数 a_1 に代入し、注目画素の右下に隣接する画素の画素値を変数 a_2 に代入する。

- 15 ステップ S 3 1 1 において、推定部 2 1 1 は、ステップ S 3 0 8 乃至 S 3 1 0 で値を設定した変数 a_0 , a_1 , a_2 , a_3 を、図 9 4 を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用して平滑化値 α を演算し、その値を平滑化値 α'' とする。

ステップ S 3 1 2 において、推定部 2 1 1 は、ステップ S 3 0 7 で得た平滑化値 α' と、ステップ S 3 1 1 で得た平滑化値 α'' を加算し、その和を注目画素に対応する推定画素値 C_1 とする。処理は図 9 9 のステップ S 2 8 3 にリターンする。

- 20 ステップ S 2 8 3 において、推定部 2 1 1 は、図 1 0 4 A に示すような注目画素を中心とする 4 画素、または図 1 0 4 B に示すような注目画素を中心とする 8 画素を用いる推定画素値 C_2 補間処理によって、注目画素に対応する推定画素値 C_2 を算出する。推定画素値 C_2 補間処理について、図 1 0 5 のフローチャートを参照して説明する。

- 25 ステップ S 3 2 1 において、推定部 2 1 1 は、注目画素の色が G であるか否かを判定し、注目画素の色が G であると判定した場合、ステップ S 3 2 2 に進む。

ステップ S 3 2 2 において、推定部 2 1 1 は、注目画素の上に隣接する画素を

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

102

中心として1画素分の間隔を空けて位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、平滑化値 α' とする。

ステップS323において、推定部211は、注目画素の下に隣接する画素を中心として1画素分の間隔を空けて位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、平滑化値 α'' とする。

ステップS324において、推定部211は、注目画素の下に隣接する画素の画素値と、ステップS322で得た平滑化値 α' との平均値と、注目画素の上に隣接する画素の画素値と、ステップS323で得た平滑化値 α'' との平均値とを加算して、その和を注目画素に対応する推定画素値C2とする。処理は図99のステップS284にリターンする。

なお、ステップS321において、注目画素の色がGではないと判定された場合、処理はステップS325に進む。

ステップS325において、推定部211は、注目画素の左に隣接する画素を中心として斜め方向に隣接して位置する4画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、変数a1に代入する。ステップS326において、推定部211は、注目画素の右に隣接する画素を中心として斜め方向に隣接して位置する4画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、変数a2に代入する。ステップS327において、推定部211は、注目画素の下に隣接する画素の画素値を変数a0に代入し、注目画素の上に隣接する画素の画素値を変数a3に代入する。

ステップS328において、推定部211は、ステップS325乃至S327で値を設定した変数a0, a1, a2, a3を、図94を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用して平滑化値 α を演算し、その値を平滑化値 α' とする。

ステップS329において、推定部211は、注目画素の下に隣接する画素を中心として斜め方向に隣接して位置する4画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、変数a0に代入する。ステップS330において、推定部211は、注目画素の上に隣接する画素を中心として斜め方向に隣

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

103

接して位置する4画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、変数 a_3 に代入する。ステップS331において、推定部211は、注目画素の左に隣接する画素の画素値を変数 a_1 に代入し、注目画素の右に隣接する画素の画素値を変数 a_2 に代入する。

- 5 ステップS332において、推定部211は、ステップS329乃至S331で値を設定した変数 a_0 , a_1 , a_2 , a_3 を、図94を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用して平滑化値 α を演算し、その値を平滑化値 α' とする。

ステップS333において、推定部211は、ステップS328で得た平滑化値 α' と、ステップS332で得た平滑化値 α' を加算し、その和を注目画素に
10 対応する推定画素値 C_2 とする。処理は図99のステップS284にリターンする。

- ステップS284において、推定部211は、図106に示すような注目画素を中心とする8画素を用いる推定画素値 C_3 補間処理によって、注目画素に対応する推定画素値 C_3 を算出する。推定画素値 C_3 補間処理について、図107の
15 フローチャートを参照して説明する。

ステップS341において、推定部211は、注目画素の色がGであるか否かを判定し、注目画素の色がGであると判定した場合、ステップS342に進む。

- ステップS342において、推定部211は、注目画素の右に隣接する画素を中心として1画素分の間隔を空けて位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑
20 化処理を実行して平滑化値 α を算出し、平滑化値 α' とする。

ステップS343において、推定部211は、注目画素の左に隣接する画素を中心として1画素分の間隔を空けて位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、平滑化値 α'' とする。

- ステップS344において、推定部211は、注目画素の左に隣接する画素の
25 画素値と、ステップS342で得た平滑化値 α' との平均値と、注目画素の右に隣接する画素の画素値と、ステップS343で得た平滑化値 α'' との平均値とを加算して、その和を注目画素に対応する推定画素値 C_3 とする。処理は図99の

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

104

ステップS285にリターンする。

なお、ステップS341において、注目画素の色がGであると判定された場合、処理はステップS345に進む。ステップS345において、推定部211は、注目画素に対応する推定画素値C3を0とする。処理は図99のステップS285にリターンする。

ステップS285において、推定部211は、色モザイクパターン情報および感度モザイクパターン情報を参照して、注目画素の色と感度を判別し、その判別結果に対応して、ステップS281乃至S284で得た注目画素に対応する推定画素値C0乃至C3を、内蔵する合成感度補償LUT(図90乃至図92を参照して上述した合成感度補償LUTと同様のもの)に適用して、推定値R', G', B'を算出する。

すなわち、注目画素の色がGであって、かつ、感度S0である場合、推定画素値C2を合成感度補償LUTに適用した値LUT(C2)が推定値R'とされ、推定画素値C0+C1の平均値を合成感度補償LUTに適用した値 $LUT((C0+C1)/2)$ が推定値G'とされ、推定画素値C3を合成感度補償LUTに適用した値LUT(C3)が推定値B'とされる。

注目画素の色がGであって、かつ、感度S1である場合、推定画素値C3を合成感度補償LUTに適用した値LUT(C3)が推定値R'とされ、推定画素値C0+C1の平均値を合成感度補償LUTに適用した値 $LUT((C0+C1)/2)$ が推定値G'とされ、推定画素値C2を合成感度補償LUTに適用した値LUT(C2)が推定値B'とされる。

注目画素の色がRである場合、推定画素値C0を合成感度補償LUTに適用した値LUT(C0)が推定値R'とされ、推定画素値C2の平均値を合成感度補償LUTに適用した値LUT(C2)が推定値G'とされ、推定画素値C1を合成感度補償LUTに適用した値LUT(C1)が推定値B'とされる。

注目画素の色がBである場合、推定画素値C1を合成感度補償LUTに適用した値LUT(C1)が推定値R'とされ、推定画素値C2の平均値を合成感度補償LUT

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

105

に適用した値 LUT (C 2) が推定値 G' とされ、推定画素値 C 0 を合成感度補償 LUT に適用した値 LUT (C 0) が推定値 B' とされる。

5 以上のように、推定部 2 1 1 による RGB 成分の推定処理では、方向選択的平滑化処理を利用して生成された推定画素値 C 0 乃至 C 3 が用いられるので、画像信号の解像度劣化が抑止される。

以上、推定部 2 1 1 による RGB 成分の推定処理の説明を終了する。

ところで上述した説明においては、画像処理部 7 の第 4 の構成例の単色画像生成部 1 8 3、1 8 4 は、図 8 4 に示した単色画像生成部 1 8 2 の構成例と同様に構成されており、図 9 5 を参照して説明した単色画像生成部 1 8 2 の単色画像生成処理 (図 9 5) と同様の処理を実行するとしたが、単色画像生成部 1 8 2 乃至 1 8 4 は、単色画像生成処理に含まれる単色候補画像生成処理 (図 9 5 のステップ S 2 6 1) に代えて、それぞれに最適化された独自の処理を実行することも可能である。

15 ステップ S 2 6 1 の単色候補画像生成処理に代えて単色画像生成部 1 8 2 が実行する R 候補画像生成処理について、図 1 0 8 のフローチャートを参照して説明する。なお、説明の便宜上、単色画像生成部 1 8 2 を構成する補間部 2 0 1 を補間部 2 0 1 - R と記述する。

20 ステップ S 3 5 1 において、補間部 2 0 1 - R は、色・感度モザイク画像の全ての画素を 1 回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を 1 回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップ S 3 5 2 に進む。ステップ S 3 5 2 において、補間部 2 0 1 - R は、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次 1 画素ずつ 1 回目の注目画素に決定する。

25 ステップ S 3 5 3 において、補間部 2 0 1 - R は、1 回目の注目画素の色が R であるか否かを判定し、R であると判定した場合、ステップ S 3 5 4 に進む。ステップ S 3 5 4 において、補間部 2 0 1 - R は、1 回目の注目画素を中心として 1 画素分の間隔を空けて上下左右に位置する 4 画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出する。ステップ S 3 5 5 において、補間部 2

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

106

01-Rは、1回目の注目画素の画素値と、ステップS354で算出した平滑化値 α との和を、内蔵する合成感度補償 LUT (図90乃至図92を参照して上述した合成感度補償 LUT と同様のもの) に適用し、得られた値をR候補画像の1回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS351に戻る。

- 5 なお、ステップS353において、1回目の注目画素の色がRではない判定された場合、ステップS354およびステップS355はスキップされ、ステップS351に戻る。

- その後、ステップS351において、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS351乃至S355の処理
10 が繰り返され、ステップS351において、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたと判定された場合、処理はステップS356に進む。

- ステップS356において、補間部201-Rは、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を2回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップS357に進む。ステップS357
15 において、補間部201-Rは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ2回目の注目画素に決定する。

- ステップS358において、補間部201-Rは、2回目の注目画素の色がBであるか否かを判定し、Bであると判定した場合、ステップS359に進む。ステップS359において、補間部201-Rは、2回目の注目画素を中心として
20 斜め方向に隣接して位置する4画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出する。ステップS360において、補間部201-Rは、ステップS359で算出した平滑化値 α をR候補画像の2回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS356に戻る。

- なお、ステップS358において、2回目の注目画素の色がBではない判定さ
25 れた場合、ステップS359およびステップS360はスキップされ、ステップS356に戻る。

その後、ステップS356において、色・感度モザイク画像の全ての画素を2

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

107

回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS 3 5 6乃至S 3 6 0の処理が繰り返され、ステップS 3 5 6において、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたと判定された場合、処理はステップS 3 5 1に進む。

ステップS 3 6 1において、色・感度モザイク画像の全ての画素を3回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を3回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップS 3 6 2に進む。ステップS 3 6 2において、補間部2 0 1-Rは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ3回目の注目画素に決定する。

ステップS 3 6 3において、補間部2 0 1-Rは、3回目の注目画素の色がGであるか否かを判定し、Gであると判定した場合、ステップS 3 6 4に進む。ステップS 3 6 4において、補間部2 0 1-Rは、3回目の注目画素を中心として上下左右に隣接して位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出する。ステップS 3 6 5において、補間部2 0 1-Rは、ステップS 3 6 4で算出した平滑化値 α をR候補画像の3回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS 3 6 1に戻る。

なお、ステップS 3 6 3において、3回目の注目画素の色がGではない判定された場合、ステップS 3 6 4およびステップS 3 6 5はスキップされ、ステップS 3 5 1に戻る。

その後、ステップS 3 6 1において、色・感度モザイク画像の全ての画素を3回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS 3 6 1乃至S 3 6 5の処理が繰り返され、ステップS 3 6 1において、色・感度モザイク画像の全ての画素を3回目の注目画素としたと判定された場合、当該R候補画像生成処理は終了される。

単色画像生成部1 8 4が実行するB候補画像生成処理について、図1 0 9のフローチャートを参照して説明する。なお、説明の便宜上、単色候補画像生成部1 8 2の補間部2 0 1に相当する単色画像生成部1 8 4の構成要素を補間部2 0 1-Bと記述する。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

108

ステップS371において、補間部201-Bは、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を1回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップS372に進む。ステップS372において、補間部201-Bは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ1回目の注目画素に決定する。

ステップS373において、補間部201-Bは、1回目の注目画素の色がBであるか否かを判定し、Bであると判定した場合、ステップS374に進む。ステップS374において、補間部201-Bは、1回目の注目画素を中心として1画素分の間隔を空けて上下左右に位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出する。ステップS375において、補間部201-Bは、1回目の注目画素の画素値と、ステップS374で算出した平滑化値 α との和を、内蔵する合成感度補償 LUT (図90乃至図92を参照して上述した合成感度補償 LUT と同様のもの) に適用し、得られた値をB候補画像の1回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS371に戻る。

15 なお、ステップS373において、1回目の注目画素の色がBではない判定された場合、ステップS374およびステップS375はスキップされ、ステップS371に戻る。

その後、ステップS371において、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS371乃至S375の処理が繰り返され、ステップS371において、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたと判定された場合、処理はステップS376に進む。

20 ステップS376において、補間部201-Bは、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を2回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップS377に進む。ステップS377において、補間部201-Bは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ2回目の注目画素に決定する。

25 ステップS378において、補間部201-Bは、2回目の注目画素の色がR

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

109

であるか否かを判定し、Rであると判定した場合、ステップS379に進む。ステップS379において、補間部201-Bは、2回目の注目画素を中心として斜め方向に隣接して位置する4画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出する。ステップS380において、補間部201-Bは、ステップS379で算出した平滑化値 α をB候補画像の2回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS376に戻る。

なお、ステップS378において、2回目の注目画素の色がRではない判定された場合、ステップS379およびステップS380はスキップされ、ステップS376に戻る。

10 その後、ステップS376において、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS376乃至S380の処理が繰り返され、ステップS376において、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたと判定された場合、処理はステップS381に進む。

ステップS381において、色・感度モザイク画像の全ての画素を3回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を3回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップS382に進む。ステップS382において、補間部201-Bは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ3回目の注目画素に決定する。

ステップS383において、補間部201-Bは、3回目の注目画素の色がG
20 であるか否かを判定し、Gであると判定した場合、ステップS384に進む。ステップS384において、補間部201-Bは、3回目の注目画素を中心として上下左右に隣接して位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出する。ステップS385において、補間部201-Bは、ステップS384で算出した平滑化値 α をB候補画像の3回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS381に戻る。

25 なお、ステップS383において、3回目の注目画素の色がGではない判定された場合、ステップS384およびステップS385はスキップされ、ステップ

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

110

S 3 8 1に戻る。

その後、ステップS 3 8 1において、色・感度モザイク画像の全ての画素を3
回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS 3 8 1乃至S 3 8 5の処理
が繰り返され、ステップS 3 8 1において、色・感度モザイク画像の全ての画素
5 を3回目の注目画素としたと判定された場合、当該B候補画像生成処理は終了さ
れる。

単色画像生成部1 8 3が実行するG候補画像生成処理について、図1 1 0のフ
ローチャートを参照して説明する。なお、説明の便宜上、単色候補画像生成部1
8 2の補間部2 0 1に相当する単色画像生成部1 8 3の構成要素を補間部2 0 1
10 -Gと記述する。

ステップS 3 9 1において、補間部2 0 1-Gは、色・感度モザイク画像の全
ての画素を1回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を1回目の注目
画素としていないと判定した場合、ステップS 3 9 2に進む。ステップS 3 9 2
15 において、補間部2 0 1-Gは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の
画素まで、順次1画素ずつ1回目の注目画素に決定する。

ステップS 3 9 3において、補間部2 0 1-Gは、1回目の注目画素の色がG
であるか否かを判定し、Gであると判定した場合、ステップS 3 9 4に進む。ス
テップS 3 9 4において、補間部2 0 1-Gは、1回目の注目画素を中心として
斜め方向に隣接して位置する4画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行し
20 て平滑化値 α を算出する。ステップS 3 9 5において、補間部2 0 1-Gは、1
回目の注目画素の画素値と、ステップS 3 9 4で算出した平滑化値 α との和を、
内蔵する合成感度補償 LUT (図9 0乃至図9 2を参照して上述した合成感度補償
LUT と同様のもの) に適用し、得られた値をG候補画像の1回目の注目画素に対
応する画素値とする。処理はステップS 3 9 1に戻る。

25 なお、ステップS 3 9 3において、1回目の注目画素の色がGではない判定さ
れた場合、ステップS 3 9 4およびステップS 3 9 5はスキップされ、ステップ
S 3 9 1に戻る。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

111

その後、ステップS391において、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS391乃至S395の処理が繰り返され、ステップS391において、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたと判定された場合、処理はステップS396に進む。

5 ステップS396において、補間部201-Gは、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を2回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップS397に進む。ステップS397において、補間部201-Gは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ2回目の注目画素に決定する。

10 ステップS398において、補間部201-Gは、2回目の注目画素の色がGであるか否かを判定し、Gではないと判定した場合、ステップS399に進む。ステップS399において、補間部201-Gは、2回目の注目画素を中心として上下左右に隣接して位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出する。ステップS400において、補間部201-Gは、
15 ステップS399で算出した平滑化値 α をG候補画像の2回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS396に戻る。

なお、ステップS398において、2回目の注目画素の色がRである判定された場合、ステップS399およびステップS400はスキップされ、ステップS396に戻る。

20 その後、ステップS396において、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS396乃至S400の処理が繰り返され、ステップS396において、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたと判定された場合、当該R候補画像生成処理は終了される。

25 ところで、上述したように、第4のデモザイク処理では、色・感度モザイク画像から、輝度画像と単色画像を生成し、その後、輝度と色成分との相関性を利用して、全色を復元することにより、全ての画素が均一の感度で全ての色成分を

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

112

復元するようにしたが、最初に生成する輝度画像は、復元する色情報に相関があ
って、高解像度で復元できる信号であれば、偏った分光特性をもっているかま
わない。例えば、色・感度モザイク画像の色モザイク配列がベイヤ配列のように、
Rの画素やBの画素に比較してGの画素が2倍存在する特性を利用して、輝度画
5 像の代わりにG成分の画像を生成し、GとR、またはGとBの相関性を利用して、
R成分の画像とB成分の画像を生成するようにしてもよい。

そのような処理を実行するために、図110に示すように、画像処理部7を構
成してもよい。輝度画像生成部221は、画像処理部7の第4の構成例における
単色画像生成部182の補間部201(図84)の処理と同様の処理を実行する
10 ことによって出力画像Gを生成する。単色画像生成部222、223は、それぞ
れ、画像処理部7の第4の構成例における単色画像生成部182、184と同様
の処理を実行することによって、出力画像Rまたは出力画像Bを生成する。

以上、第1乃至第4のデモザイク処理を実行する画像処理部7の構成例に関す
る説明を終了する。

15 なお、上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるが、
ソフトウェアにより実行させることもできる。一連の処理をソフトウェアにより
実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハード
ウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインスト
ールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナル
20 コンピュータなどに、記録媒体からインストールされる。

この記録媒体は、図1に示すように、コンピュータとは別に、ユーザにプログ
ラムを提供するために配布される、プログラムが記録されている磁気ディスク1
6(フロッピディスクを含む)、光ディスク17(CD-ROM(Compact Disc-Read Only
Memory)、DVD(Digital Versatile Disc)を含む)、光磁気ディスク18(MD(Mini
25 Disc)を含む)、もしくは半導体メモリ19などよりなるパッケージメディアによ
り構成されるだけでなく、コンピュータに予め組み込まれた状態でユーザに提供
される、プログラムが記録されているROMやハードディスクなどで構成される。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

113

なお、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、記載された順序に従って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

5

産業上の利用可能性

以上のように、本発明によれば、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成することが可能となる。

10

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

114

請求の範囲

1. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ、同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、感度特性に拘わらず、同一の色成分を有する複数の画素が格子状に配置された色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元手段を含むことを特徴とする画像処理装置。
2. 前記復元手段は、
 - 10 前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成手段と、
前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成手段と
15 を含むことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の画像処理装置。
 3. 前記輝度画像生成手段は、
前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定手段と、
20 前記複数の推定手段がそれぞれ算出した複数の前記推定値を用いて、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出手段と
を含むことを特徴とする請求の範囲第2項に記載の画像処理装置。
 - 25 4. 前記推定手段は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

115

ことを特徴とする請求の範囲第3項に記載の画像処理装置。

5. 前記輝度画像生成手段は、

前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去手段をさらに含むことを特徴とする請求の範囲第3項に記載の画像処理装置。

5 6. 前記単色画像生成手段は、

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成手段と、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する修正手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第2項に記載の画像処理装置。

7. 前記単色画像候補生成手段は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第6項に記載の画像処理装置。

8. 前記単色画像候補生成手段は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第6項に記載の画像処理装置。

20 9. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する撮像手段をさらに含むことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の画像処理装置。

10. 前記復元手段は、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化手段と、

25 前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の画像処理装置。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

116

1 1. 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

前記色補間手段は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第10項に記載の画像処理装置。

1 2. 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第11項に記載の画像処理装置。

1 3. 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する

ことを特徴とする請求の範囲第11項に記載の画像処理装置。

1 4. 前記感度均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償手段と、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別手段と、

前記判別手段の判別結果に対応して、前記補償手段が補償した各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第11項に記載の画像処理装置。

1 5. 前記感度均一化手段は、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出手段と、

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

117

前記算出手段が算出した前記推定画素値を補正する補正手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第11項に記載の画像処理装置。

16. 前記色補間手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、

前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像を生成することを特徴とする請求の範囲第10項に記載の画像処理装置。

17. 前記色補間手段は、

前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出手段と、

前記抽出手段が抽出した各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間手段と、

18. 前記全色成分補間手段が全ての色成分を補間した画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第16項に記載の画像処理装置。

19. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ、同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、感度特性に拘わらず、同一の色成分を有する複数の画素が格子状に配置された色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを

20. 含むことを特徴とする画像処理方法。

21. 前記復元ステップは、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

118

および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、

- 前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第 18 項に記載の画像処理方法。

20. 前記輝度画像生成ステップは、

- 前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、

前記複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の前記推定値を用いて、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第 19 項に記載の画像処理方法。

21. 前記推定ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する

ことを特徴とする請求の範囲第 20 項に記載の画像処理方法。

22. 前記輝度画像生成ステップは、

- 前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップを

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第 20 項に記載の画像処理方法。

23. 前記単色画像生成ステップは、

- 前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

119

修正ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第19項に記載の画像処理方法。

24. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第23項に記載の画像処理方法。

25. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する
- 10 ことを特徴とする請求の範囲第23項に記載の画像処理方法。

26. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する撮像ステップをさらに含むことを特徴とする請求の範囲第18項に記載の画像処理方法。

27. 前記復元ステップは、

- 前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、
- 15 前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第18項に記載の画像処理方法。

28. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、
- 20 前記色補間ステップの処理は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第27項に記載の画像処理方法。

29. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色
- 25

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

120

モザイク画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第 28 項に記載の画像処理方法。

30. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画
5 素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する

ことを特徴とする請求の範囲第 28 項に記載の画像処理方法。

31. 前記感度均一化ステップは、
前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が
10 有する色成分を補償する補償ステップと、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素
が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、

前記判別手段の判別結果に対応して、前記補償ステップの処理で補償された各
画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップと

- 15 を含むことを特徴とする請求の範囲第 28 項に記載の画像処理方法。

32. 前記感度均一化ステップは、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画
素値を算出する算出ステップと、

- 前記算出ステップの処理で算出された前記推定画素値を補正する補正ステップ
20 と

を含むことを特徴とする請求の範囲第 28 項に記載の画像処理方法。

33. 前記色補間ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および
前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対
し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度
25 モザイク画像を生成し、

前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報に基づ
き、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

121

を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第 2 6 項に記載の画像処理方法。

3 4. 前記色補間ステップは、

前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ス
5 テップと、

前記抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する
全色成分補間ステップと、

前記全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同
一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザ
10 イク画像を生成する合成ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第 3 3 項に記載の画像処理方法。

3 5. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対す
る複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ、同一の色成分およ
び感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、感度特性に拘わ
15 らず、同一の色成分を有する複数の画素が格子状に配置された色・感度モザイク
画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色
成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを

含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されて
いる記録媒体。

20 3 6. 前記復元ステップは、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、
および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報
に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生
成ステップと、

25 前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝
度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数
の単色画像生成ステップと

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

122

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第35項に記載の記録媒体。

37. 前記輝度画像生成ステップは、

5 前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、

前記複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の前記推定値を用いて、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップと

10 を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第36項に記載の記録媒体。

38. 前記推定ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する

15 ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第37項に記載の記録媒体。

39. 前記輝度画像生成ステップは、

前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップを

20 さらに含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第37項に記載の記録媒体。

40. 前記単色画像生成ステップは、

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、

25 前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する修正ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録され

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

123

ている請求の範囲第36項に記載の記録媒体。

41. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補

5 補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第40項に記載の記録媒体。

42. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する

10 ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第40項に記載の記録媒体。

43. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップを

さらに含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第35項に記載の記録媒体。

44. 前記復元ステップは、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、

前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第35項に記載の記録媒体。

45. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画

25 素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

前記色補間ステップの処理は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

124

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第44項に記載の記録媒体。

46. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第45項に記載の記録媒体。

47. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第45項に記載の記録媒体。

48. 前記感度均一化ステップは、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、

- 前記判別手段の判別結果に対応して、前記補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第45項に記載の記録媒体。

49. 前記感度均一化ステップは、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、

前記算出ステップの処理で算出された前記推定画素値を補正する補正ステップ

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

125

と

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第45項に記載の記録媒体。

50. 前記色補間ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および
5 前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、

- 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像
10 を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第44項に記載の記録媒体。

51. 前記色補間ステップは、
前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ス
15 テップと、

前記抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する
全色成分補間ステップと、

- 前記全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同
一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザ
20 イク画像を生成する合成ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第50項に記載の記録媒体。

52. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対す
る複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ、同一の色成分およ
25 び感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、感度特性に拘わ
らず、同一の色成分を有する複数の画素が格子状に配置された色・感度モザイク
画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

126

成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを

コンピュータに実行させるプログラム。

5 3. 前記復元ステップは、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、

- 5 および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、

前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数

- 10 の単色画像生成ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第 5 2 項に記載のプログラム。

5 4. 前記輝度画像生成ステップは、

前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、

- 15 前記複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の前記推定値を用いて、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第 5 3 項に記載のプログラム。

5 5. 前記推定ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する

ことを特徴とする請求の範囲第 5 4 項に記載のプログラム。

5 6. 前記輝度画像生成ステップは、

前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップ

- 25 を

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第 5 4 項に記載のプログラム。

5 7. 前記単色画像生成ステップは、

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

127

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、

- 前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する
5 修正ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第53項に記載のプログラム。

58. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補
10 補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第57項に記載のプログラム。

59. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する
ことを特徴とする請求の範囲第57項に記載のプログラム。

- 15 60. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップを

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第52項に記載のプログラム。

61. 前記復元ステップは、

- 前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報
20 に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、

前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第52項に記載のプログラム。

62. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、
25 および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

前記色補間ステップの処理は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

128

モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第61項に記載のプログラム。

63. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第62項に記載のプログラム。

64. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する

ことを特徴とする請求の範囲第62項に記載のプログラム。

65. 前記感度均一化ステップは、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、

前記判別手段の判別結果に対応して、前記補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップと

- 20 を含むことを特徴とする請求の範囲第62項に記載のプログラム。

66. 前記感度均一化ステップは、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、

- 25 前記算出ステップの処理で算出された前記推定画素値を補正する補正ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第62項に記載のプログラム。

67. 前記色補間ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

129

前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、

前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第61項に記載のプログラム。

68. 前記色補間ステップは、

前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、

前記抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、

前記全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第67項に記載のプログラム。

69. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、色成分に拘わらず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置され、さらに、任意の画素と前記任意の画素の上下左右に隣接する4画素の合計5画素の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元手段を

含むことを特徴とする画像処理装置。

70. 前記復元手段は、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

130

および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成手段と、

- 5 前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第69項に記載の画像処理装置。

71. 前記輝度画像生成手段は、

- 10 前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定手段と、

前記複数の推定手段がそれぞれ算出した複数の前記推定値を用いて、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第70項に記載の画像処理装置。

- 15 72. 前記推定手段は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する

ことを特徴とする請求の範囲第71項に記載の画像処理装置。

73. 前記輝度画像生成手段は、

- 20 前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去手段をさらに含むことを特徴とする請求の範囲第71項に記載の画像処理装置。

74. 前記単色画像生成手段は、

- 25 前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成手段と、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する修正手段と

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

131

を含むことを特徴とする請求の範囲第 70 項に記載の画像処理装置。

75. 前記単色画像候補生成手段は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第 74 項に記載の画像処理装置。

76. 前記単色画像候補生成手段は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第 74 項に記載の画像処理装置。

- 10 77. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する撮像手段をさらに含むことを特徴とする請求の範囲第 69 項に記載の画像処理装置。

78. 前記復元手段は、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化手段と、

- 15 前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第 69 項に記載の画像処理装置。

79. 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

前記色補間手段は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第 78 項に記載の画像処理装置。

80. 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

132

ことを特徴とする請求の範囲第 7 9 項に記載の画像処理装置。

- 8 1. 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン
- 5 情報を更新する

ことを特徴とする請求の範囲第 7 9 項に記載の画像処理装置。

- 8 2. 前記感度均一化手段は、
- 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償手段と、
- 10 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別手段と、

前記判別手段の判別結果に対応して、前記補償手段が補償した各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第 7 9 項に記載の画像処理装置。

- 15 8 3. 前記感度均一化手段は、
- 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出手段と、
- 前記算出手段が算出した前記推定画素値を補正する補正手段と
- を含むことを特徴とする請求の範囲第 7 9 項に記載の画像処理装置。

- 20 8 4. 前記色補間手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、

- 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像を生成する
- 25 ことを特徴とする請求の範囲第 7 8 項に記載の画像処理装置。

- 8 5. 前記色補間手段は、

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

133

前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出手段と、

前記抽出手段が抽出した各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間手段と、

- 5 前記全色成分補間手段が全ての色成分を補間した画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第84項に記載の画像処理装置。

86. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、色成分に拘わらず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置され、さらに、任意の画素と前記任意の画素の上下左右に隣接する4画素の合計5画素の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、
10 かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを

含むことを特徴とする画像処理方法。

87. 前記復元ステップは、

- 前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、
20 および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、

- 前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の
25 の単色画像生成ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第86項に記載の画像処理方法。

88. 前記輝度画像生成ステップは、

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

134

前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、

前記複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の前記推定値を用いて、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップと

5 補値算出ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第 8 7 項に記載の画像処理方法。

8 9. 前記推定ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する

10 ことを特徴とする請求の範囲第 8 8 項に記載の画像処理方法。

9 0. 前記輝度画像生成ステップは、

前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップを

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第 8 8 項に記載の画像処理方法。

15 9 1. 前記単色画像生成ステップは、

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する

20 修正ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第 8 7 項に記載の画像処理方法。

9 2. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

25 補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第 9 1 項に記載の画像処理方法。

9 3. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用い

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

135

て、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第91項に記載の画像処理方法。

94. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する撮像ステップをさらに含むことを特徴とする請求の範囲第86項に記載の画像処理方法。

5 95. 前記復元ステップは、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、

前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと

10 を含むことを特徴とする請求の範囲第86項に記載の画像処理方法。

96. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

15 前記色補間ステップの処理は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第95項に記載の画像処理方法。

97. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色

20 モザイク画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第96項に記載の画像処理方法。

98. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイク

25 パターン情報を更新する

ことを特徴とする請求の範囲第96項に記載の画像処理方法。

99. 前記感度均一化ステップは、

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

136

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、

- 5 前記判別手段の判別結果に対応して、前記補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第96項に記載の画像処理方法。

100. 前記感度均一化ステップは、

- 10 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、

前記算出ステップの処理で算出された前記推定画素値を補正する補正ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第96項に記載の画像処理方法。

101. 前記色補間ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、

- 20 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第95項に記載の画像処理方法。

102. 前記色補間ステップは、

前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、

- 25 前記抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、

前記全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

137

一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第101項に記載の画像処理方法。

103. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、色成分に拘わらず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置され、さらに、任意の画素と前記任意の画素の上下左右に隣接する4画素の合計5画素の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを

含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている記録媒体。

104. 前記復元ステップは、

- 15 前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、

- 20 前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第103項に記載の記録媒体。

105. 前記輝度画像生成ステップは、

- 25 前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、

前記複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の前記推定値を用い

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

138

て、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第104項に記載の記録媒体。

- 5 106. 前記推定ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第105項に記載の記録媒体。

- 10 107. 前記輝度画像生成ステップは、

前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップを

さらに含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第105項に記載の記録媒体。

- 15 108. 前記単色画像生成ステップは、

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する

- 20 修正ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第104項に記載の記録媒体。

109. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

139

請求の範囲第108項に記載の記録媒体。

110. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている

5 請求の範囲第108項に記載の記録媒体。

111. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップを

さらに含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第103項に記載の記録媒体。

10 112. 前記復元ステップは、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、

前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと

15 を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第103項に記載の記録媒体。

113. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

20 前記色補間ステップの処理は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第112項に記載の記録媒体。

25 114. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

140

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第113項に記載の記録媒体。

115. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第113項に記載の記録媒体。

116. 前記感度均一化ステップは、
10 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、

- 15 前記判別手段の判別結果に対応して、前記補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第113項に記載の記録媒体。

117. 前記感度均一化ステップは、
20 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、

前記算出ステップの処理で算出された前記推定画素値を補正する補正ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第113項に記載の記録媒体。

- 25 118. 前記色補間ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

141

度モザイク画像を生成し、

前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像を生成する

- 5 ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第112項に記載の記録媒体。

119. 前記色補間ステップは、

前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、

- 10 前記抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、

前記全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成ステップと

- 15 を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第118項に記載の記録媒体。

120. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、色成分に拘わらず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置され、さらに、任意の画素と前記任意の画素の上下左右に隣接する4画素の合計5画素の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを

- 20 ず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置され、さらに、任意の画素と前記任意の画素の上下左右に隣接する4画素の合計5画素の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを

- 25 コンピュータに実行させるプログラム。

121. 前記復元ステップは、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

142

および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、

- 前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第120項に記載のプログラム。

122. 前記輝度画像生成ステップは、

- 前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、

前記複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の前記推定値を用いて、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第121項に記載のプログラム。

123. 前記推定ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する

ことを特徴とする請求の範囲第122項に記載のプログラム。

124. 前記輝度画像生成ステップは、

- 前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップを

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第122項に記載のプログラム。

125. 前記単色画像生成ステップは、

- 前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

143

修正ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第 1 2 1 項に記載のプログラム。

- 1 2 6. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第 1 2 5 項に記載のプログラム。

- 1 2 7. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する
- 10 ことを特徴とする請求の範囲第 1 2 5 項に記載のプログラム。
- 1 2 8. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップを

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第 1 2 0 項に記載のプログラム。

- 1 2 9. 前記復元ステップは、
- 15 前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、
- 前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第 1 2 0 項に記載のプログラム。

- 20 1 3 0. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、
- 前記色補間ステップの処理は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

- 25 ことを特徴とする請求の範囲第 1 2 9 項に記載のプログラム。

- 1 3 1. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

144

各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第130項に記載のプログラム。

132. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する

ことを特徴とする請求の範囲第130項に記載のプログラム。

133. 前記感度均一化ステップは、
10 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、

- 前記判別手段の判別結果に対応して、前記補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップと
15

を含むことを特徴とする請求の範囲第130項に記載のプログラム。

134. 前記感度均一化ステップは、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、

- 20 前記算出ステップの処理で算出された前記推定画素値を補正する補正ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第130項に記載のプログラム。

135. 前記色補間ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、
25

前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報に基づ

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

145

き、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第129項に記載のプログラム。

136. 前記色補間ステップは、

- 5 前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、

前記抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、

- 10 前記全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第135項に記載のプログラム。

137. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分を有し、かつ、光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有する色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が前記複
- 15 数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成する画像処理装置において、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化手段と、

- 前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間手段と
- 20

を含むことを特徴とする画像処理装置。

138. 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

- 25 前記色補間手段は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第137項に記載の画像処理装置。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

146

- 1 3 9. 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する
- 5 ことを特徴とする請求の範囲第 1 3 8 項に記載の画像処理装置。
- 1 4 0. 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する
- 10 ことを特徴とする請求の範囲第 1 3 8 項に記載の画像処理装置。
- 1 4 1. 前記感度均一化手段は、
前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償手段と、
前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素
15 が有する色成分の有効性を判別する判別手段と、
前記判別手段の判別結果に対応して、前記補償手段が補償した各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正手段と
を含むことを特徴とする請求の範囲第 1 3 8 項に記載の画像処理装置。
- 1 4 2. 前記感度均一化手段は、
20 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出手段と、
前記算出手段が算出した前記推定画素値を補正する補正手段と
を含むことを特徴とする請求の範囲第 1 3 8 項に記載の画像処理装置。
- 1 4 3. 前記色補間手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モ
25 ザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

147

前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像を生成することを特徴とする請求の範囲第 1 3 7 項に記載の画像処理装置。

1 4 4. 前記色補間手段は、

- 5 前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出手段と、

前記抽出手段が抽出した各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間手段と、

- 10 前記全色成分補間手段が全ての色成分を補間した画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第 1 4 3 項に記載の画像処理装置。

1 4 5. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する撮像手段をさらに含むことを特徴とする請求の範囲第 1 3 7 項に記載の画像処理装置。

- 15 1 4 6. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分を有し、かつ、光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有する色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成する画像処理装置の画像処理方法において、

- 20 前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、

前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと

を含むことを特徴とする画像処理方法。

- 25 1 4 7. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

148

前記色補間ステップの処理は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第 1 4 6 に記載の画像処理方法。

1 4 8. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第 1 4 7 項に記載の画像処理方法。

1 4 9. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する

ことを特徴とする請求の範囲第 1 4 7 項に記載の画像処理方法。

1 5 0. 前記感度均一化ステップは、
15 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、

前記判別ステップの処理での判別結果に対応して、前記補償ステップの処理で
20 補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップと
を含むことを特徴とする請求の範囲第 1 4 7 項に記載の画像処理方法。

1 5 1. 前記感度均一化ステップは、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、

25 前記算出ステップの処理で算出された前記推定画素値を補正する補正ステップ
と

を含むことを特徴とする請求の範囲第 1 4 7 項に記載の画像処理方法。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

149

152. 前記色補間ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、

- 5 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第146項に記載の画像処理方法。

153. 前記色補間ステップは、

- 10 前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、

前記抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、

- 15 前記全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第152項に記載の画像処理方法。

154. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する撮像ステップを

- 20 さらに含むことを特徴とする請求の範囲第146項に記載の画像処理方法。

155. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分を有し、かつ、光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有する色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成するためのプログラムであって、

25 て、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

150

前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている記録媒体。

- 5 156. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

前記色補間ステップの処理は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

- 10 ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第155に記載の記録媒体。

157. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前

- 15 記色モザイク画像を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第156項に記載の記録媒体。

158. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する

- 20 ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第156項に記載の記録媒体。

159. 前記感度均一化ステップは、

- 25 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

151

が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、

前記判別ステップの処理での判別結果に対応して、前記補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第156項に記載の記録媒体。

160. 前記感度均一化ステップは、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、

前記算出ステップの処理で算出された前記推定画素値を補正する補正ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第156項に記載の記録媒体。

161. 前記色補間ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、

前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第155項に記載の記録媒体。

162. 前記色補間ステップは、

前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、

前記抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、

前記全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

152

一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第161項に記載の記録媒体。

- 5 163. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップを

さらに含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第155項に記載の記録媒体。

164. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分を有し、かつ、光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有する色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成するコンピュータに、
- 10 度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有する色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成するコンピュータに、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、

- 15 前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと

を実行させるプログラム。

165. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、
- 20 各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

前記色補間ステップの処理は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第164に記載のプログラム。

166. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する
- 25 前記色モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

153

ことを特徴とする請求の範囲第165項に記載のプログラム。

167. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する

ことを特徴とする請求の範囲第165項に記載のプログラム。

168. 前記感度均一化ステップは、
前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、
10 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、

前記判別ステップの処理での判別結果に対応して、前記補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップと
を含むことを特徴とする請求の範囲第165項に記載のプログラム。

- 15 169. 前記感度均一化ステップは、
前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、
前記算出ステップの処理で算出された前記推定画素値を補正する補正ステップと

- 20 を含むことを特徴とする請求の範囲第165項に記載のプログラム。

170. 前記色補間ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、

- 25 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像を生成する

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

154

ことを特徴とする請求の範囲第164項に記載のプログラム。

171. 前記色補間ステップは、

前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、

5 前記抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、

前記全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成ステップと

10 を含むことを特徴とする請求の範囲第170項に記載のプログラム。

172. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップを

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第164項に記載のプログラム。

173. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分を有し、かつ、光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有する色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成する画像処理装置において、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報
20 に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成手段と、

前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成手段と

25 を含むことを特徴とする画像処理装置。

174. 前記輝度画像生成手段は、

前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

155

の推定手段と、

前記複数の推定手段がそれぞれ算出した複数の前記推定値を用いて、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出手段と

5 を含むことを特徴とする請求の範囲第 1 7 3 項に記載の画像処理装置。

1 7 5. 前記推定手段は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する

ことを特徴とする請求の範囲第 1 7 4 項に記載の画像処理装置。

10 1 7 6. 前記輝度画像生成手段は、

前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去手段をさらに含むことを特徴とする請求の範囲第 1 7 4 項に記載の画像処理装置。

1 7 7. 前記単色画像生成手段は、

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、

15 前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成手段と、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する修正手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第 1 7 3 項に記載の画像処理装置。

20 1 7 8. 前記単色画像候補生成手段は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第 1 7 7 項に記載の画像処理装置。

25 1 7 9. 前記単色画像候補生成手段は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第 1 7 7 項に記載の画像処理装置。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

156

180. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する撮像手段をさらに含むことを特徴とする請求の範囲第173項に記載の画像処理装置。

181. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分を有し、かつ、光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有する色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成する画像処理装置の画像処理方法において、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、

前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップとを含むことを特徴とする画像処理方法。

182. 前記輝度画像生成ステップは、

前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、

前記複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の前記推定値を用いて、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第181項に記載の画像処理方法。

183. 前記推定ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する

ことを特徴とする請求の範囲第182項に記載の画像処理方法。

184. 前記輝度画像生成ステップは、

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

157

前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップを

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第182項に記載の画像処理方法。

185. 前記単色画像生成ステップは、

- 5 前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する修正ステップと

- 10 を含むことを特徴とする請求の範囲第181項に記載の画像処理方法。

186. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

- 15 ことを特徴とする請求の範囲第185項に記載の画像処理方法。

187. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第185項に記載の画像処理方法。

188. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する撮像ステップ

- 20 を

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第181項に記載の画像処理方法。

189. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分を有し、かつ、光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有する色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成するためのプログラムであって、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

158

および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、

- 前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている記録媒体。

190. 前記輝度画像生成ステップは、

- 10 前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、

前記複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の前記推定値を用いて、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップと

- 15 を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第189項に記載の記録媒体。

191. 前記推定ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する

- 20 ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第190項に記載の記録媒体。

192. 前記輝度画像生成ステップは、

前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップを

- 25 さらに含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第190項に記載の記録媒体。

193. 前記単色画像生成ステップは、

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

159

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する

5 修正ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第189項に記載の記録媒体。

194. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第193項に記載の記録媒体。

195. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第193項に記載の記録媒体。

196. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップを

- 20 さらに含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第189項に記載の記録媒体。

197. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分を有し、かつ、光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有する色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成するコンピュータに、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

160

に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、

前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数

5 の単色画像生成ステップと

を実行させるプログラム。

198. 前記輝度画像生成ステップは、

前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、

10 前記複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の前記推定値を用いて、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第197項に記載のプログラム。

199. 前記推定ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する

15 複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する

ことを特徴とする請求の範囲第198項に記載のプログラム。

200. 前記輝度画像生成ステップは、

前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップ

20 を

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第198項に記載のプログラム。

201. 前記単色画像生成ステップは、

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成

25 ステップと、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する修正ステップと

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

161

を含むことを特徴とする請求の範囲第197項に記載のプログラム。

202. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第201項に記載のプログラム。

203. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第201項に記載のプログラム。

- 10 204. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップを

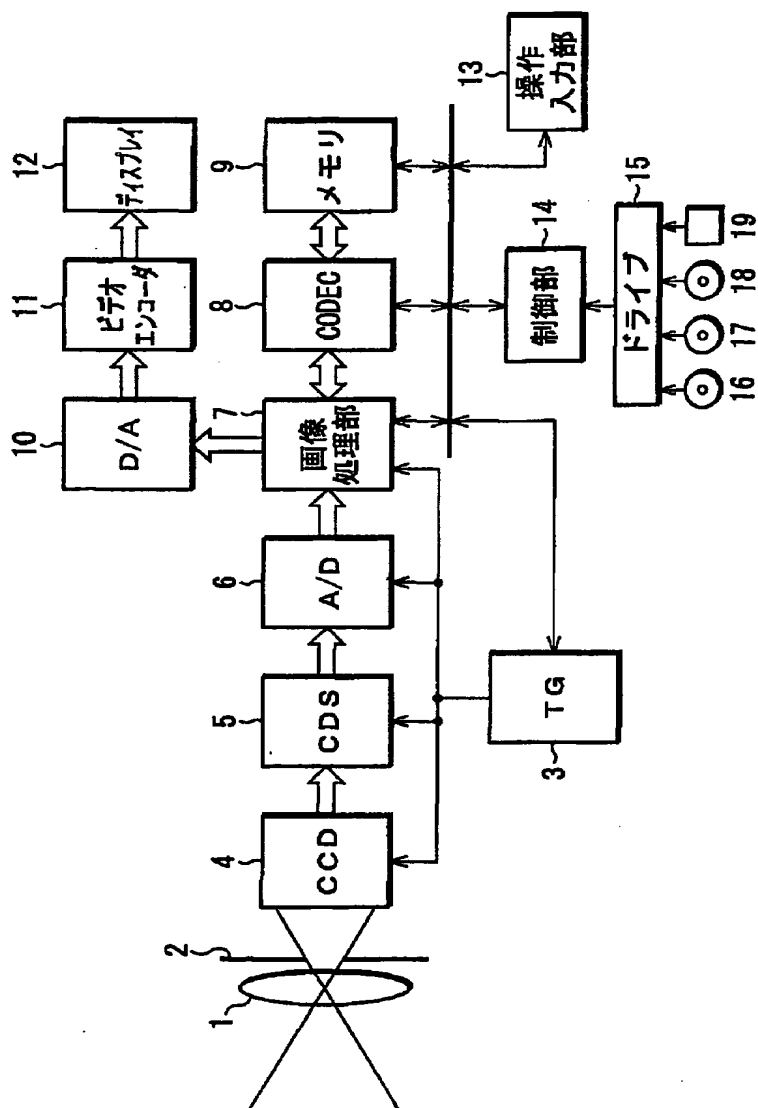
さらに含むことを特徴とする請求の範囲第197項に記載のプログラム。

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

1/90

図1



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

2/90

図2

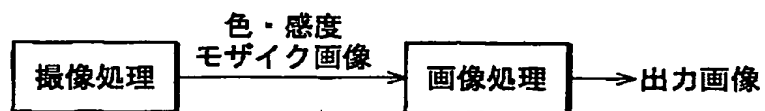


図3



Best Available Copy

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

3/90

図4



Best Available Copy

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

4/90

図5

R ₁	G ₁	B ₁	G ₁	R ₁	G ₁	B ₁	G ₁
G ₀	B ₀	G ₀	R ₀	G ₀	B ₀	G ₀	R ₀
B ₁	G ₁	R ₁	G ₁	B ₁	G ₁	R ₁	G ₁
G ₀	R ₀	G ₀	B ₀	G ₀	R ₀	G ₀	B ₀
R ₁	G ₁	B ₁	G ₁	R ₁	G ₁	B ₁	G ₁
G ₀	B ₀	G ₀	R ₀	G ₀	B ₀	G ₀	R ₀
B ₁	G ₁	R ₁	G ₁	B ₁	G ₁	R ₁	G ₁
G ₀	R ₀	G ₀	B ₀	G ₀	R ₀	G ₀	B ₀

図6

R ₁	G ₁	R ₀	G ₁	R ₁	G ₁	R ₀	G ₁
G ₀	B ₀	G ₀	B ₁	G ₀	B ₀	G ₀	B ₁
R ₀	G ₁	R ₁	G ₁	R ₀	G ₁	R ₁	G ₁
G ₀	B ₁	G ₀	B ₀	G ₀	B ₁	G ₀	B ₀
R ₁	G ₁	R ₀	G ₁	R ₁	G ₁	R ₀	G ₁
G ₀	B ₀	G ₀	B ₁	G ₀	B ₀	G ₀	B ₁
R ₀	G ₁	R ₁	G ₁	R ₀	G ₁	R ₁	G ₁
G ₀	B ₁	G ₀	B ₀	G ₀	B ₁	G ₀	B ₀

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

5/90

図7

G ₁	B ₀	G ₁	R ₀	G ₁	B ₀	G ₁	R ₀
G ₀	R ₁	G ₀	B ₁	G ₀	R ₁	G ₀	B ₁
G ₁	R ₀	G ₁	B ₀	G ₁	R ₀	G ₁	B ₀
G ₀	B ₁	G ₀	R ₁	G ₀	B ₁	G ₀	R ₁
G ₁	B ₀	G ₁	R ₀	G ₁	B ₀	G ₁	R ₀
G ₀	R ₁	G ₀	B ₁	G ₀	R ₁	G ₀	B ₁
G ₁	R ₀	G ₁	B ₀	G ₁	R ₀	G ₁	B ₀
G ₀	B ₁	G ₀	R ₁	G ₀	B ₁	G ₀	R ₁

図8

G ₁	B ₁	G ₁	B ₀	G ₁	B ₁	G ₁	B ₀
G ₀	R ₁	G ₀	R ₀	G ₀	R ₁	G ₀	R ₀
G ₁	B ₀	G ₁	B ₁	G ₁	B ₀	G ₁	B ₁
G ₀	R ₀	G ₀	R ₁	G ₀	R ₀	G ₀	R ₁
G ₁	B ₁	G ₁	B ₀	G ₁	B ₁	G ₁	B ₀
G ₀	R ₁	G ₀	R ₀	G ₀	R ₁	G ₀	R ₀
G ₁	B ₀	G ₁	B ₁	G ₁	B ₀	G ₁	B ₁
G ₀	R ₀	G ₀	R ₁	G ₀	R ₀	G ₀	R ₁

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

6/90

図9

G ₁	B ₁	G ₁	R ₁	G ₁	B ₁	G ₁	R ₁
G ₀	B ₀	G ₀	R ₀	G ₀	B ₀	G ₀	R ₀
G ₁	R ₁	G ₁	B ₁	G ₁	R ₁	G ₁	B ₁
G ₀	R ₀	G ₀	B ₀	G ₀	R ₀	G ₀	B ₀
G ₁	B ₁	G ₁	R ₁	G ₁	B ₁	G ₁	R ₁
G ₀	B ₀	G ₀	R ₀	G ₀	B ₀	G ₀	R ₀
G ₁	R ₁	G ₁	B ₁	G ₁	R ₁	G ₁	B ₁
G ₀	R ₀	G ₀	B ₀	G ₀	R ₀	G ₀	B ₀

図10

M ₁	Y ₁	M ₀	Y ₀	M ₁	Y ₁	M ₀	Y ₀
G ₁	C ₁	G ₀	C ₀	G ₁	C ₁	G ₀	C ₀
M ₀	Y ₀	M ₁	Y ₁	M ₀	Y ₀	M ₁	Y ₁
G ₀	C ₀	G ₁	C ₁	G ₀	C ₀	G ₁	C ₁
M ₁	Y ₁	M ₀	Y ₀	M ₁	Y ₁	M ₀	Y ₀
G ₁	C ₁	G ₀	C ₀	G ₁	C ₁	G ₀	C ₀
M ₀	Y ₀	M ₁	Y ₁	M ₀	Y ₀	M ₁	Y ₁
G ₀	C ₀	G ₁	C ₁	G ₀	C ₀	G ₁	C ₁

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

7/90

図11

Y ₁	M ₀	G ₁	C ₀	Y ₁	M ₀	G ₁	C ₀
Y ₀	C ₁	G ₀	M ₁	Y ₀	C ₁	G ₀	M ₁
G ₁	C ₀	Y ₁	M ₀	G ₁	C ₀	Y ₁	M ₀
G ₀	M ₁	Y ₀	C ₁	G ₀	M ₁	Y ₀	C ₁
Y ₁	M ₀	G ₁	C ₀	Y ₁	M ₀	G ₁	C ₀
Y ₀	C ₁	G ₀	M ₁	Y ₀	C ₁	G ₀	M ₁
G ₁	C ₀	Y ₁	M ₀	G ₁	C ₀	Y ₁	M ₀
G ₀	M ₁	Y ₀	C ₁	G ₀	M ₁	Y ₀	C ₁

図12

G ₂	R ₂	B ₂	G ₂	R ₂	B ₂
G ₁	R ₁	B ₁	G ₁	R ₁	B ₁
G ₀	R ₀	B ₀	G ₀	R ₀	B ₀
G ₂	R ₂	B ₂	G ₂	R ₂	B ₂
G ₁	R ₁	B ₁	G ₁	R ₁	B ₁
G ₀	R ₀	B ₀	G ₀	R ₀	B ₀

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

8/90

図13

B ₂	R ₀	G ₁	B ₂	R ₀	G ₁
R ₁	G ₂	B ₀	R ₁	G ₂	B ₀
G ₀	B ₁	R ₂	G ₀	B ₁	R ₂
B ₂	R ₀	G ₁	B ₂	R ₀	G ₁
R ₁	G ₂	B ₀	R ₁	G ₂	B ₀
G ₀	B ₁	R ₂	G ₀	B ₁	R ₂

図14

B ₃	G ₂	B ₀	G ₃	B ₃	G ₂	B ₀	G ₃
G ₁	R ₂	G ₀	R ₁	G ₁	R ₂	G ₀	R ₁
B ₁	G ₃	B ₂	G ₂	B ₁	G ₃	B ₂	G ₂
G ₀	R ₀	G ₁	R ₃	G ₀	R ₀	G ₁	R ₃
B ₃	G ₂	B ₀	G ₃	B ₃	G ₂	B ₀	G ₃
G ₁	R ₂	G ₀	R ₁	G ₁	R ₂	G ₀	R ₁
B ₁	G ₃	B ₂	G ₂	B ₁	G ₃	B ₂	G ₂
G ₀	R ₀	G ₁	R ₃	G ₀	R ₀	G ₁	R ₃

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

9/90

図15

B ₃	G ₁	B ₀	G ₂	B ₃	G ₁	B ₀	G ₂
G ₂	R ₂	G ₁	R ₁	G ₂	R ₂	G ₁	R ₁
B ₁	G ₃	B ₂	G ₀	B ₁	G ₃	B ₂	G ₀
G ₀	R ₀	G ₃	R ₃	G ₀	R ₀	G ₃	R ₃
B ₃	G ₁	B ₀	G ₂	B ₃	G ₁	B ₀	G ₂
G ₂	R ₂	G ₁	R ₁	G ₂	R ₂	G ₁	R ₁
B ₁	G ₃	B ₂	G ₀	B ₁	G ₃	B ₂	G ₀
G ₀	R ₀	G ₃	R ₃	G ₀	R ₀	G ₃	R ₃

図16

G ₃	G ₁	R ₃	B ₁	G ₃	G ₁	R ₃	B ₁
R ₀	B ₂	G ₀	G ₂	R ₀	B ₂	G ₀	G ₂
B ₃	R ₁	G ₃	G ₁	B ₃	R ₁	G ₃	G ₁
G ₀	G ₂	B ₀	R ₂	G ₀	G ₂	B ₀	R ₂
G ₃	G ₁	R ₃	B ₁	G ₃	G ₁	R ₃	B ₁
R ₀	B ₂	G ₀	G ₂	R ₀	B ₂	G ₀	G ₂
B ₃	R ₁	G ₃	G ₁	B ₃	R ₁	G ₃	G ₁
G ₀	G ₂	B ₀	R ₂	G ₀	G ₂	B ₀	R ₂

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

10/90

図17

M ₂	Y ₁	M ₃	Y ₀	M ₂	Y ₁	M ₃	Y ₀
G ₂	C ₁	G ₃	C ₀	G ₂	C ₁	G ₃	C ₀
M ₀	Y ₃	M ₁	Y ₂	M ₀	Y ₃	M ₁	Y ₂
G ₀	C ₃	G ₁	C ₂	G ₀	C ₃	G ₁	C ₂
M ₂	Y ₁	M ₃	Y ₀	M ₂	Y ₁	M ₃	Y ₀
G ₂	C ₁	G ₃	C ₀	G ₂	C ₁	G ₃	C ₀
M ₀	Y ₃	M ₁	Y ₂	M ₀	Y ₃	M ₁	Y ₂
G ₀	C ₃	G ₁	C ₂	G ₀	C ₃	G ₁	C ₂

図18

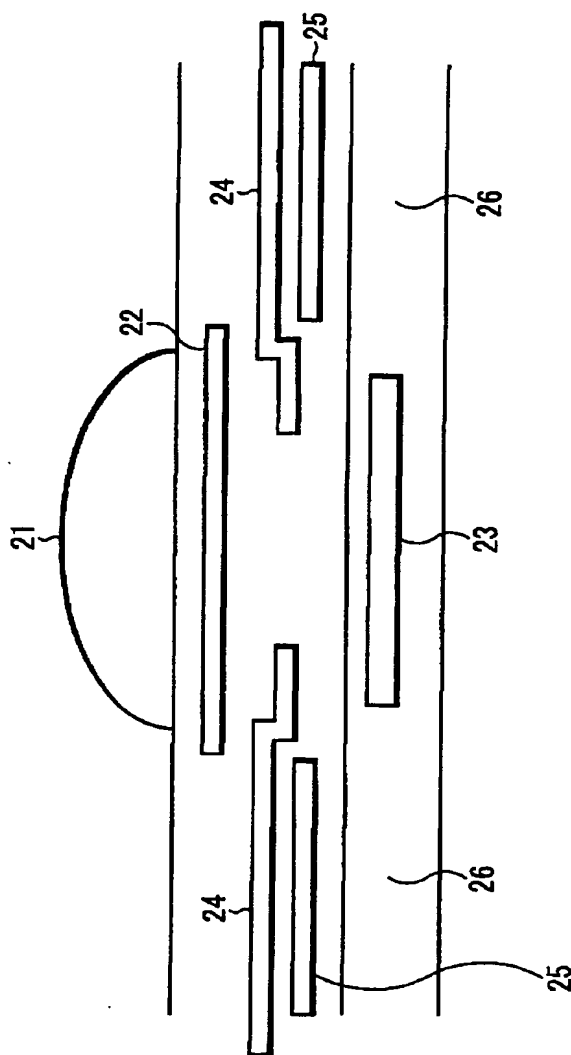
C ₂	M ₁	G ₂	Y ₁	C ₂	M ₁	G ₂	Y ₁
M ₀	C ₃	Y ₀	G ₃	M ₀	C ₃	Y ₀	G ₃
Y ₂	G ₁	M ₂	C ₁	Y ₂	G ₁	M ₂	C ₁
G ₀	Y ₃	C ₀	M ₃	G ₀	Y ₃	C ₀	M ₃
C ₂	M ₁	G ₂	Y ₁	C ₂	M ₁	G ₂	Y ₁
M ₀	C ₃	Y ₀	G ₃	M ₀	C ₃	Y ₀	G ₃
Y ₂	G ₁	M ₂	C ₁	Y ₂	G ₁	M ₂	C ₁
G ₀	Y ₃	C ₀	M ₃	G ₀	Y ₃	C ₀	M ₃

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

11/90

図19

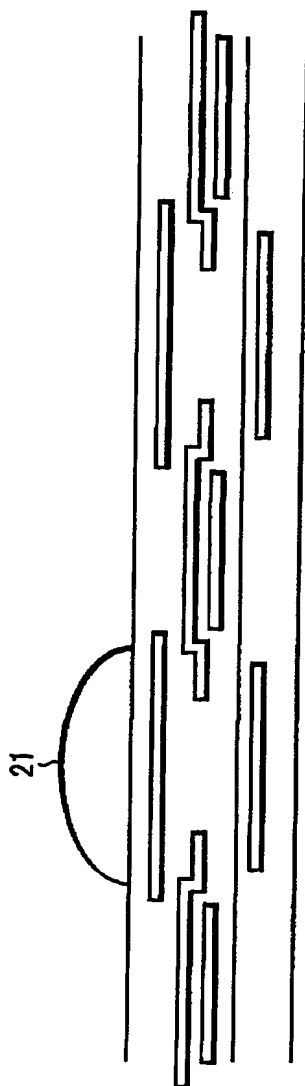


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

12/90

図20

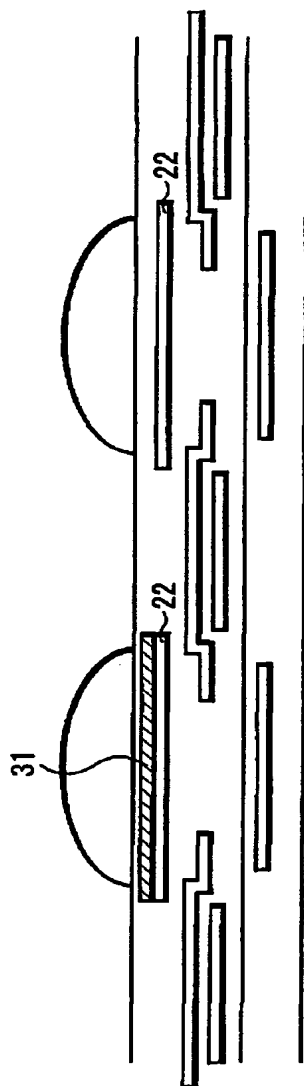


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

13/90

図21

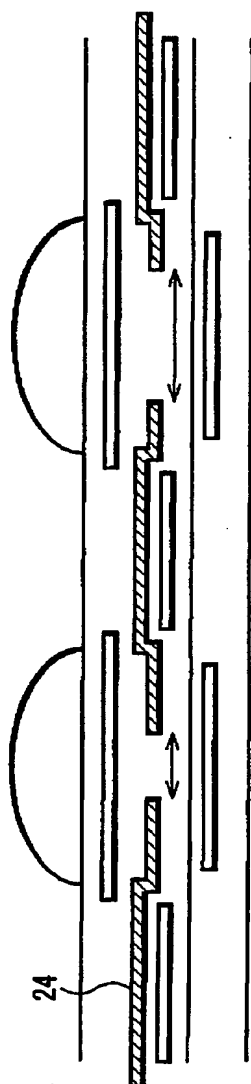


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

14/90

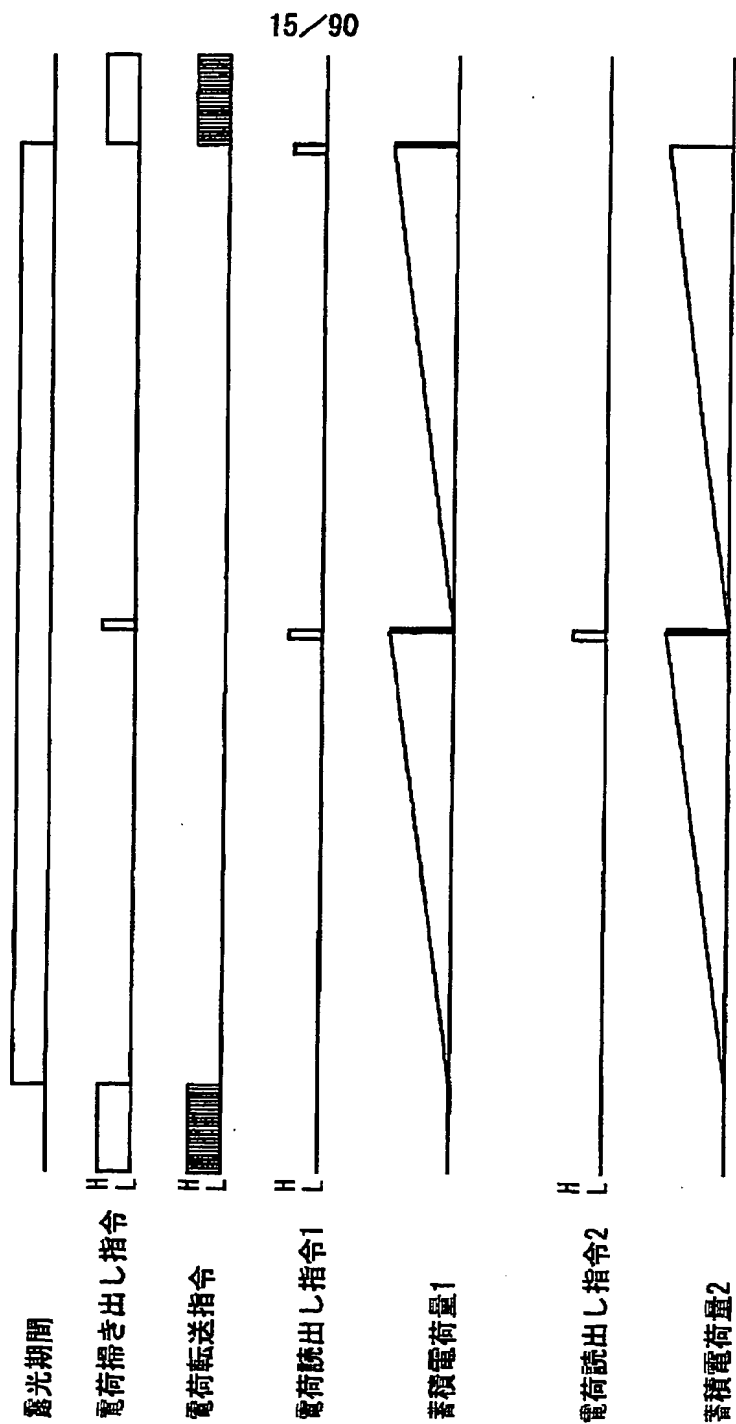
図22



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

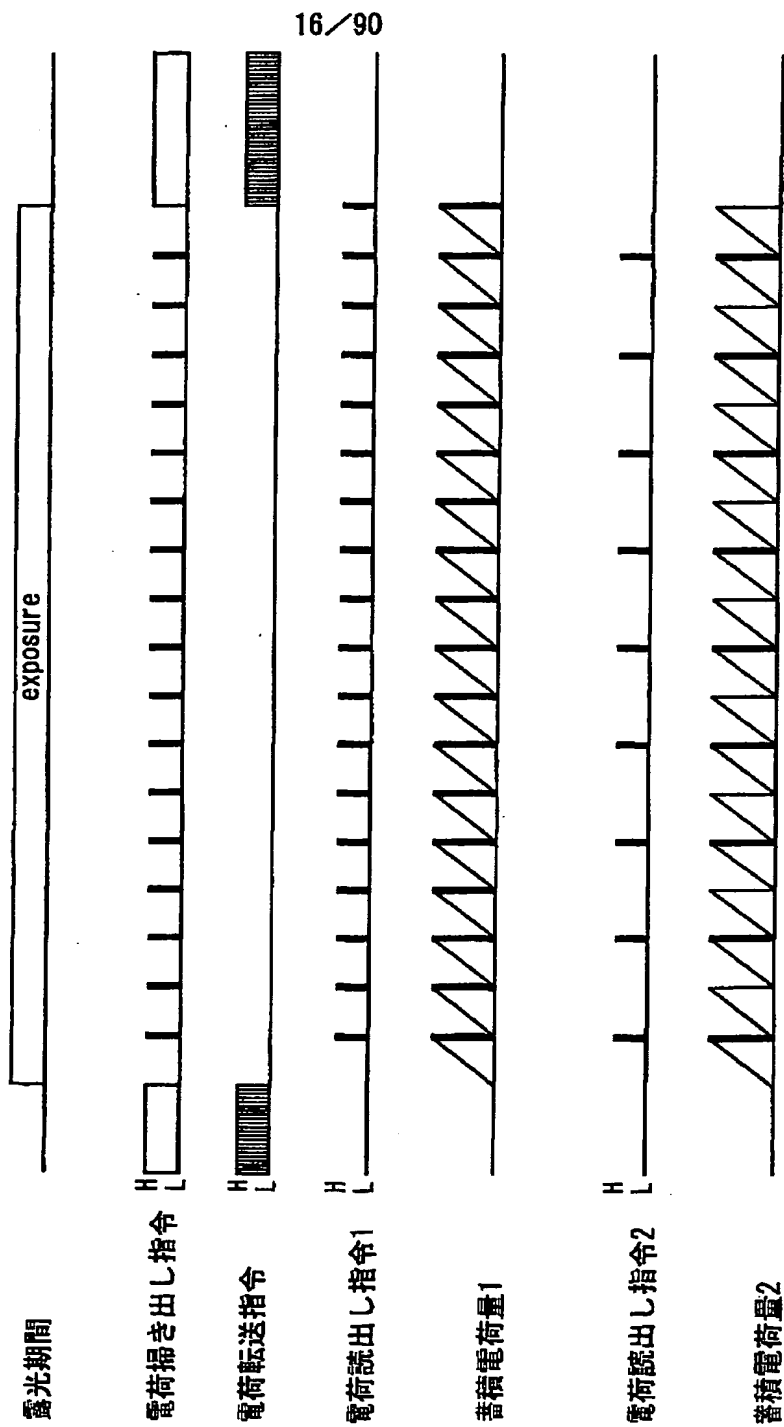
図23



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

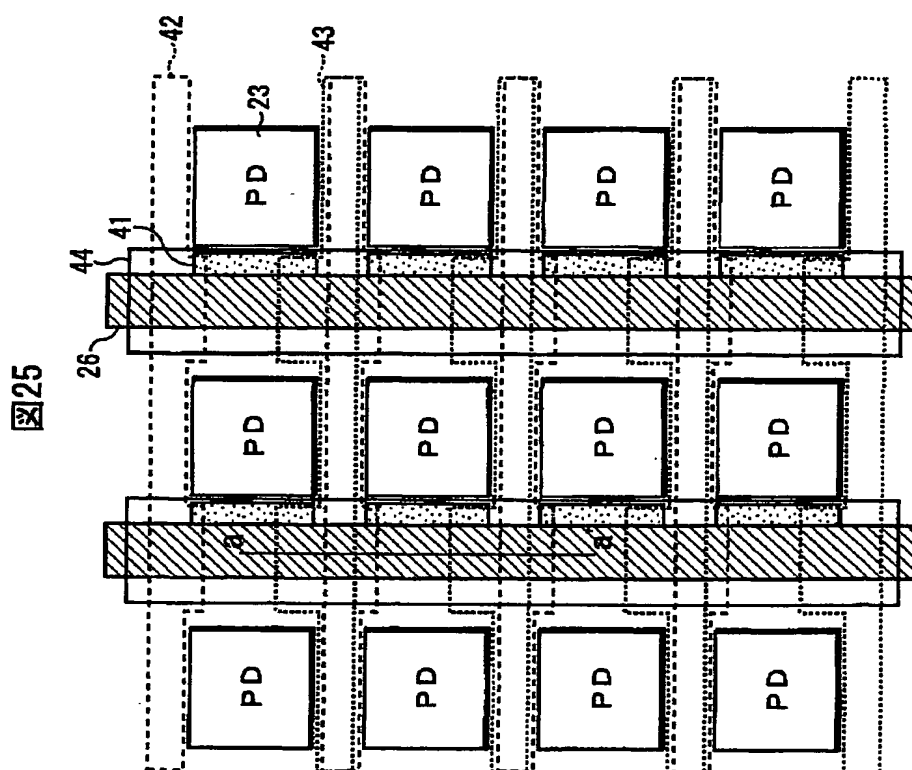
図24



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

17/90

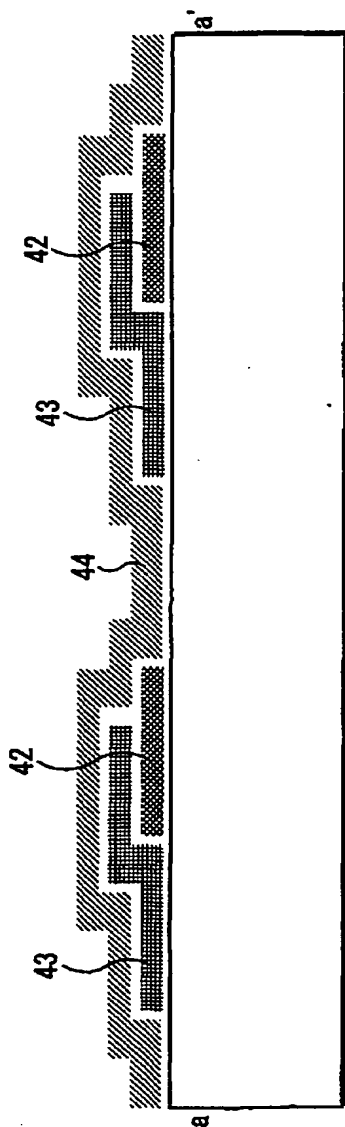


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

18/90

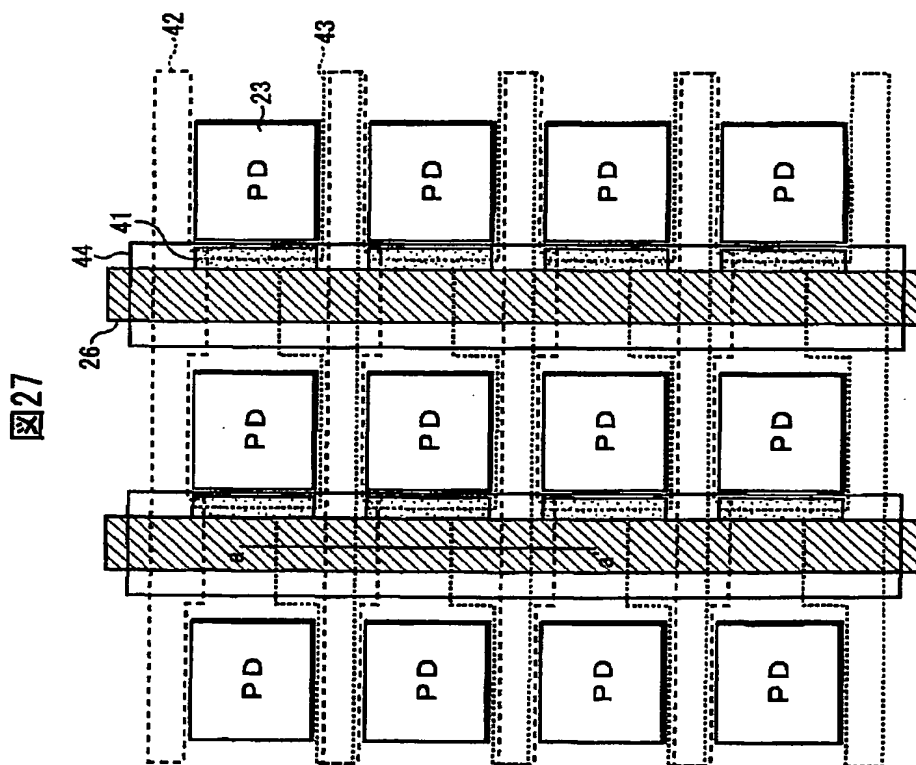
図26



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

19/90



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

20/90

図28

OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR
AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND
OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR
AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND
OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR
AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND
OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR
AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND

図29

OR	OR	AND	OR	OR	OR	AND	OR
AND	AND	AND	OR	AND	AND	AND	OR
AND	OR	OR	OR	AND	OR	OR	OR
AND	OR	AND	AND	AND	OR	AND	AND
OR	OR	AND	OR	OR	OR	AND	OR
AND	AND	AND	OR	AND	AND	AND	OR
AND	OR	OR	OR	AND	OR	OR	OR
AND	OR	AND	AND	AND	OR	AND	AND

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

21/90

図30

OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND
AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR
OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND
AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR
OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND
AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR
OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND
AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR

図31

OR	OR	OR	AND	OR	OR	OR	AND
AND	OR	AND	AND	AND	OR	AND	AND
OR	AND	OR	OR	OR	AND	OR	OR
AND	AND	AND	OR	AND	AND	AND	OR
OR	OR	OR	AND	OR	OR	OR	AND
AND	OR	AND	AND	AND	OR	AND	AND
OR	AND	OR	OR	OR	AND	OR	OR
AND	AND	AND	OR	AND	AND	AND	OR

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

22/90

図32

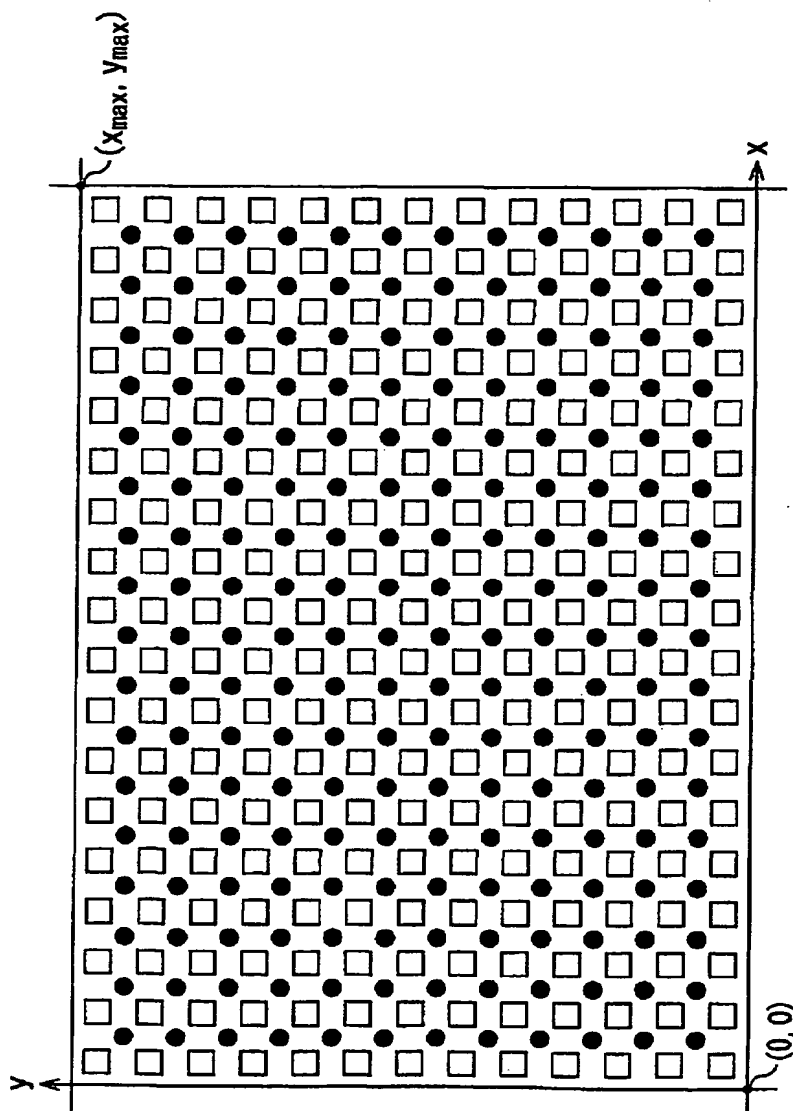
OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR
AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND
OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR
AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND
OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR
AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND
OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR
AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND	AND

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

23/90

図 33

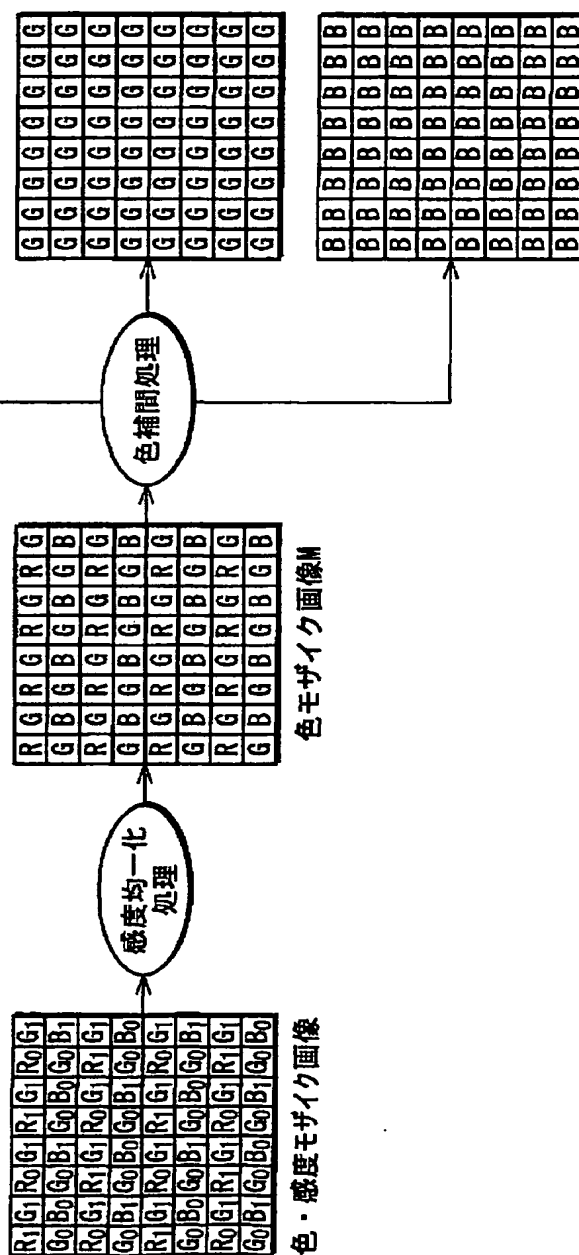


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

24/90

図34



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

25/90

図35

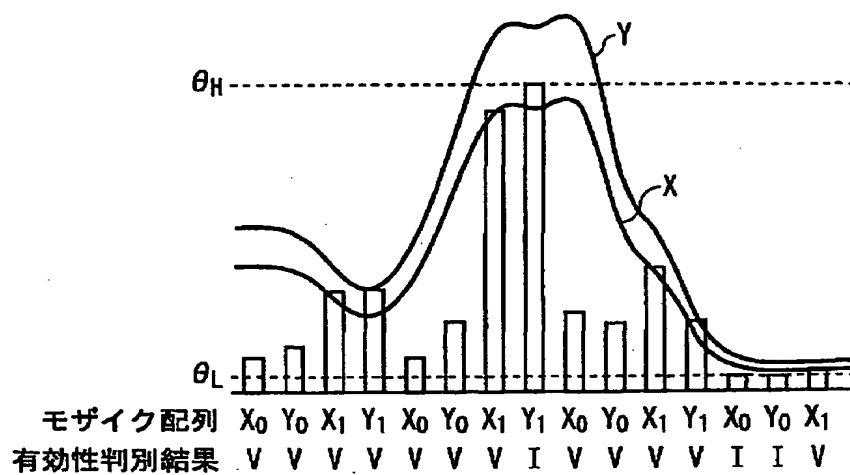
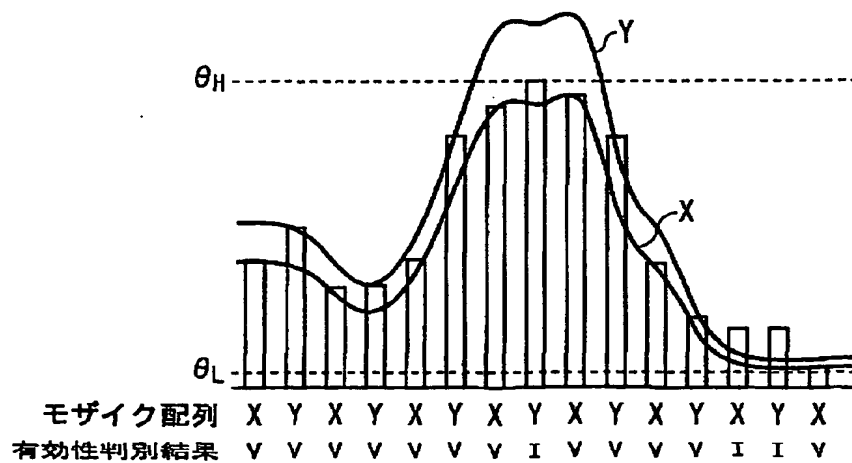


図36



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

26/90

図37

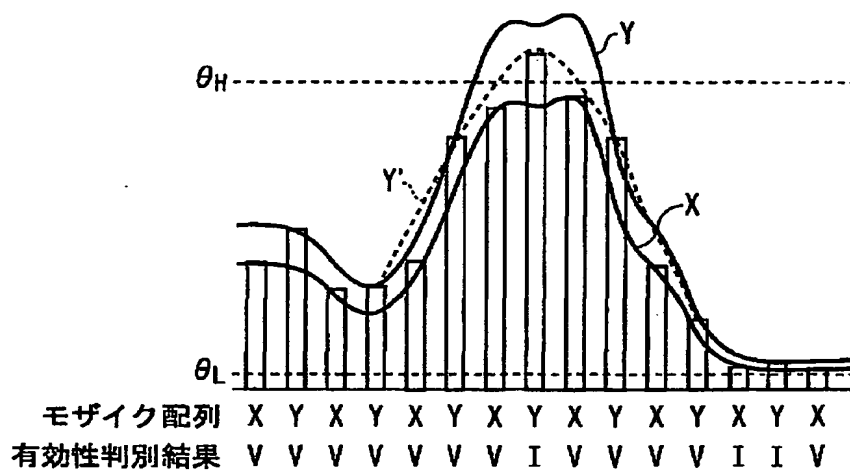
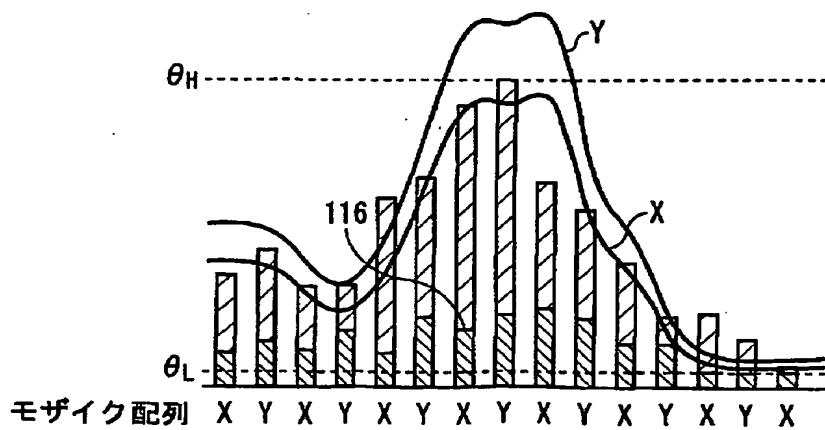


図38

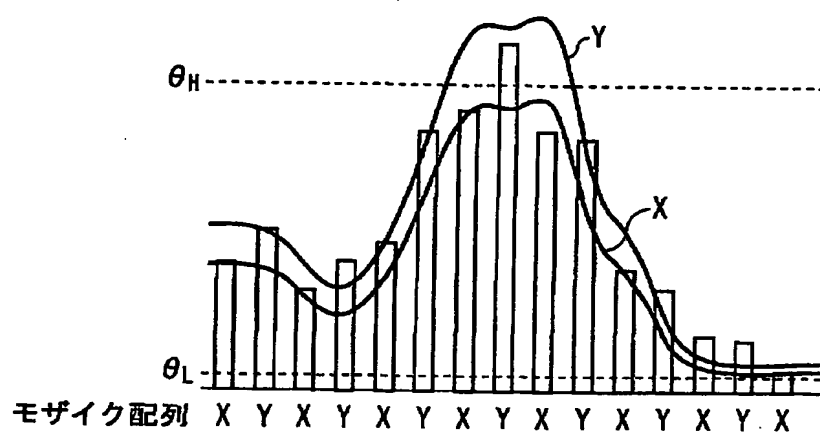


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

27/90

図39

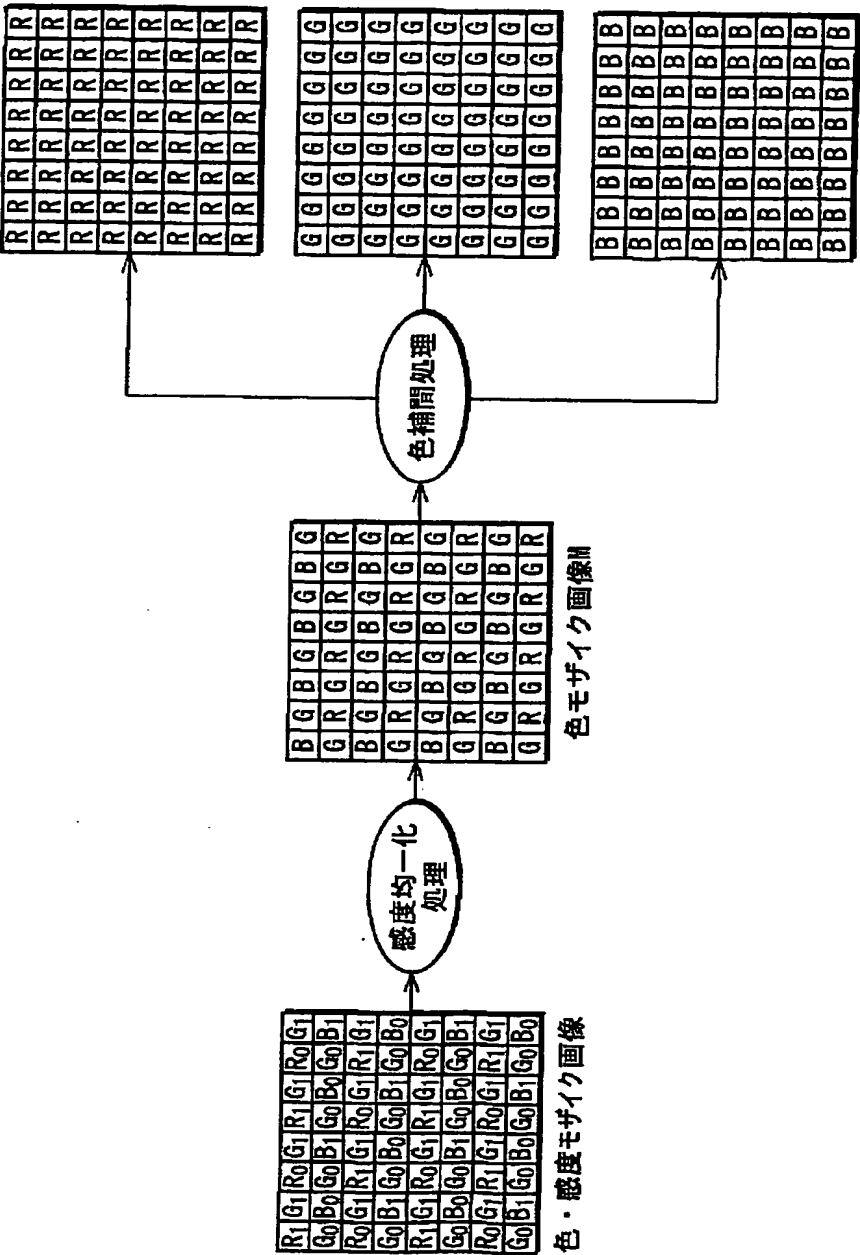


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

28/90

図40



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

29/90

図41

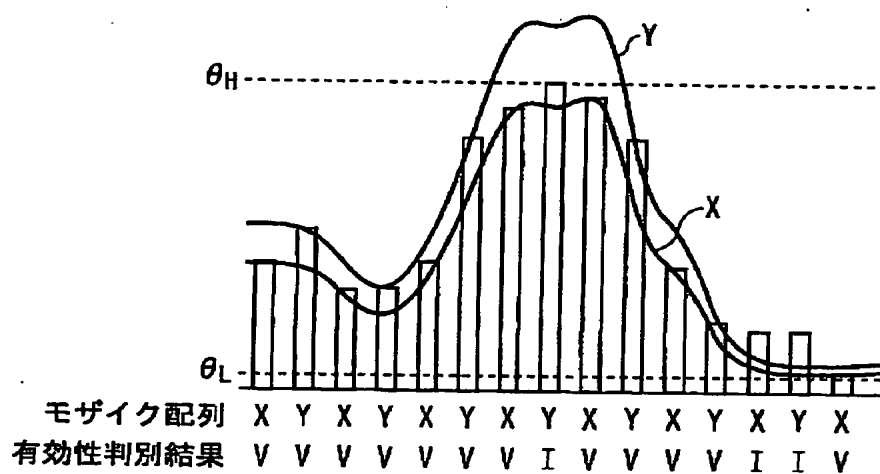
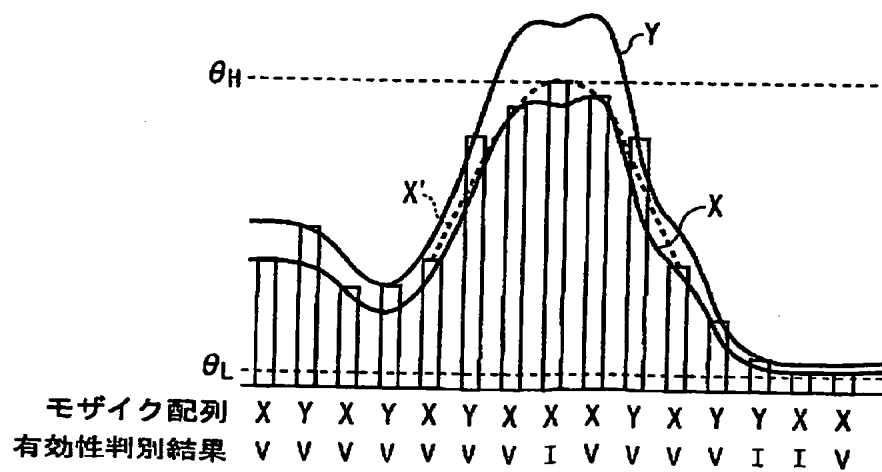


図42



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

30/90

図43

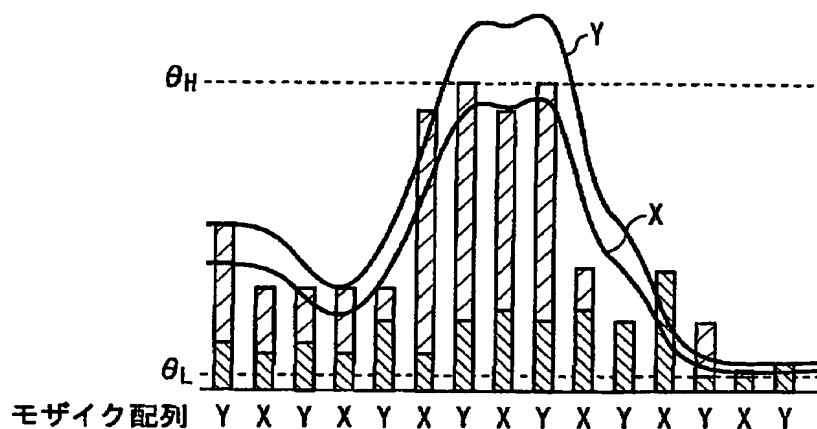
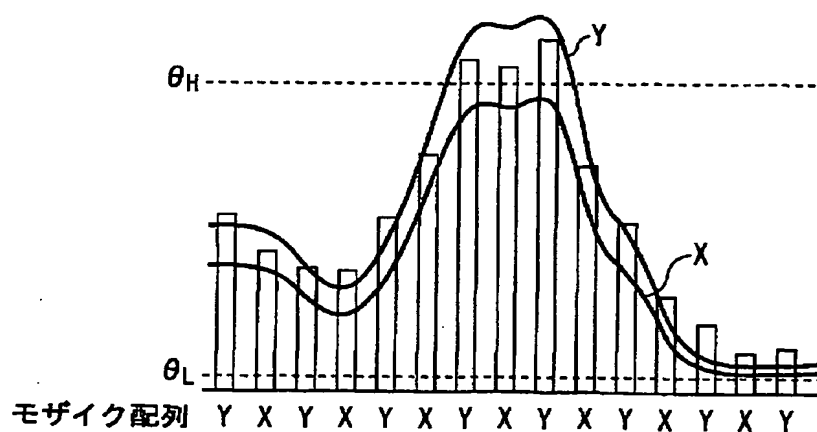


図44

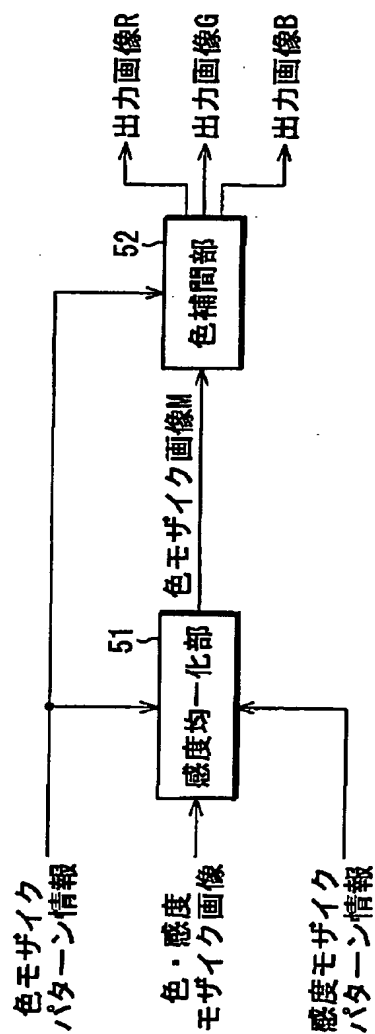


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

31/90

図45

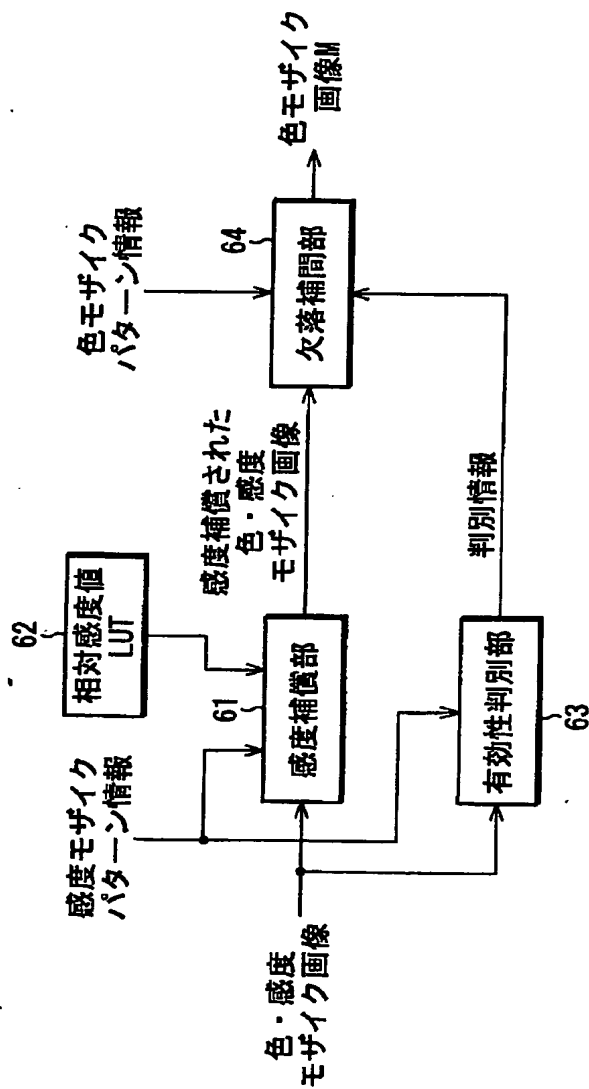


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

32/90

図46

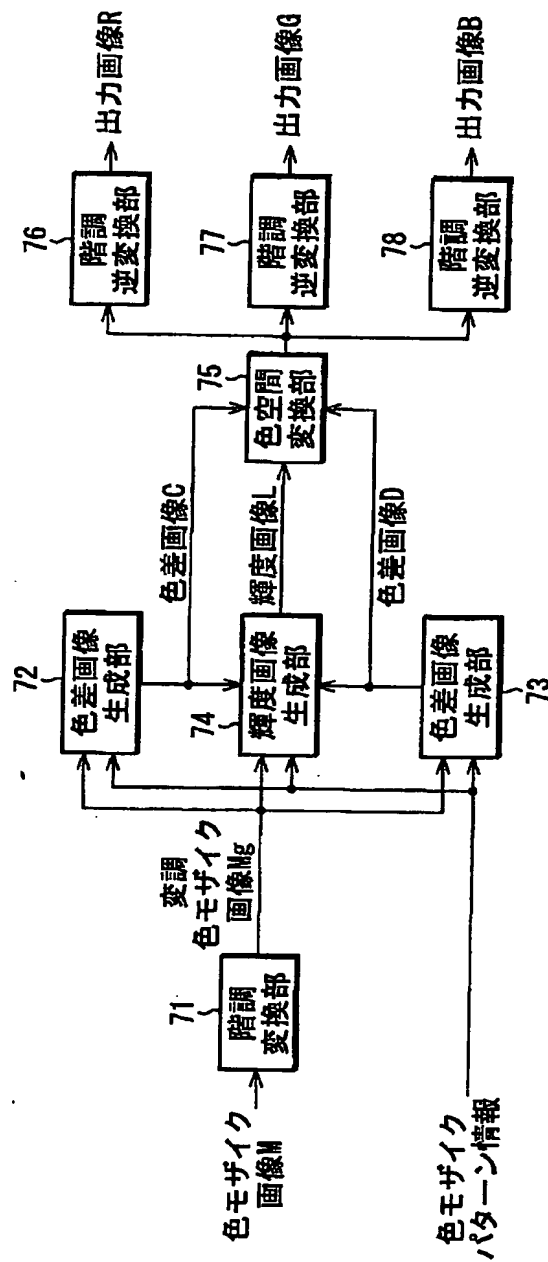


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

33/90

図47

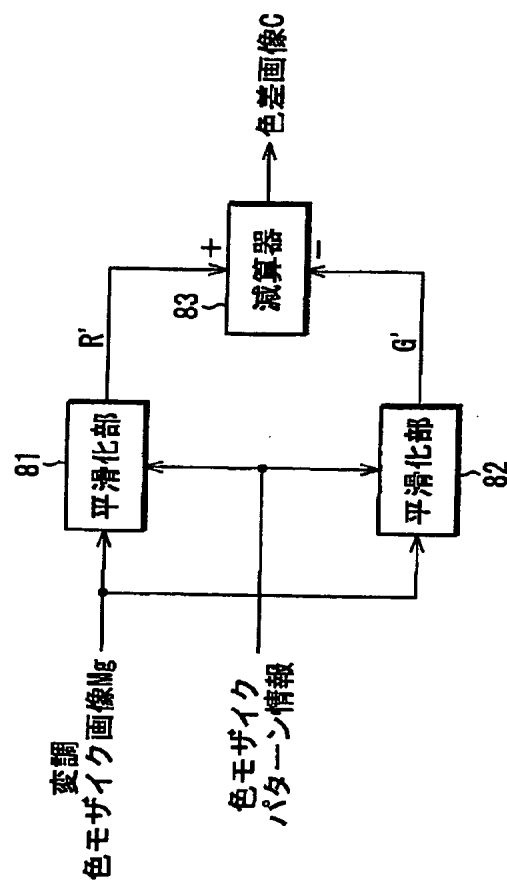


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

34/90

図48

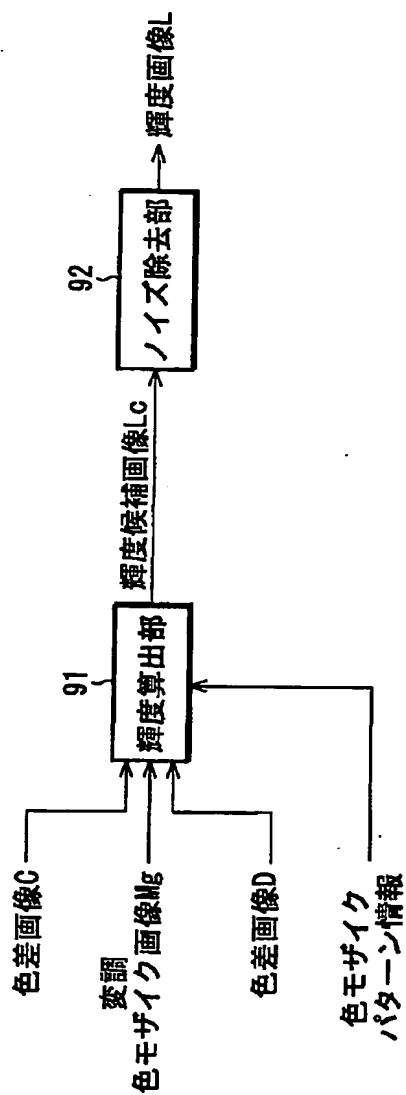


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

35/90

図49



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

36/90

図50

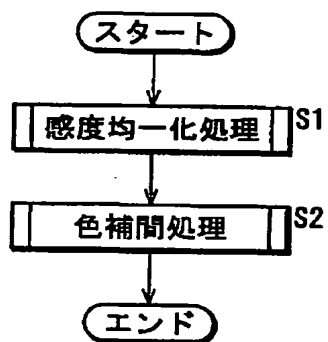
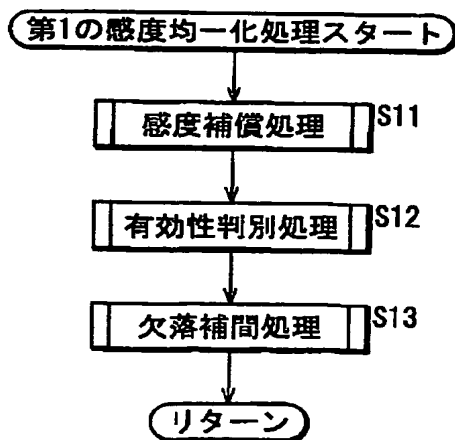


図51

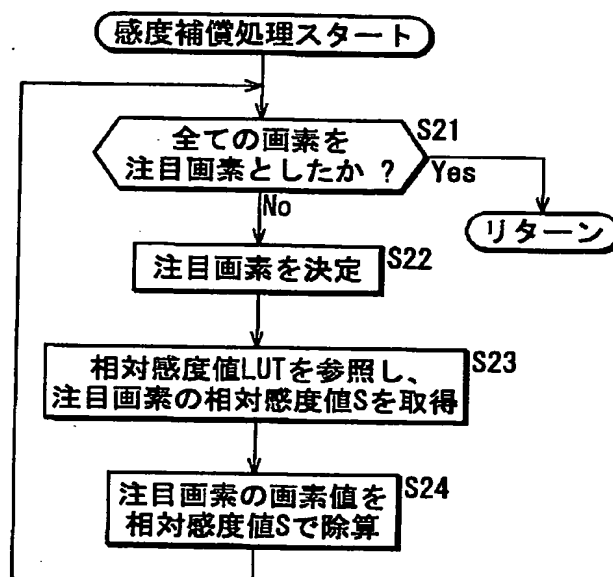


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

37/90

図52

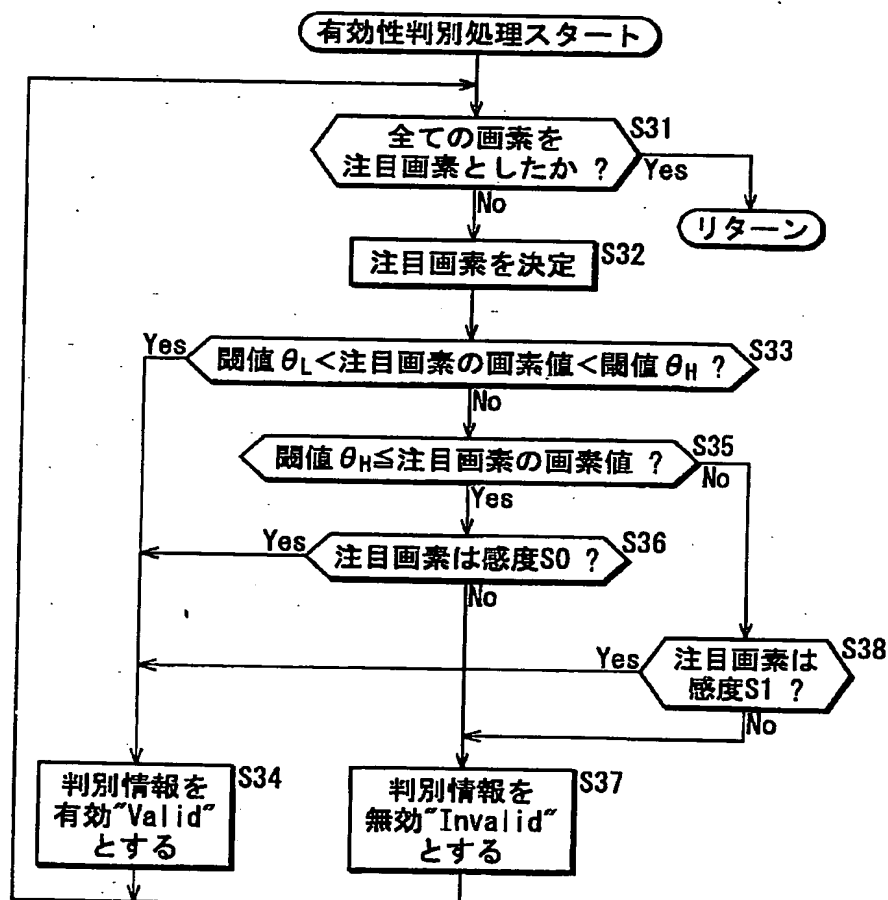


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

38/90

図53

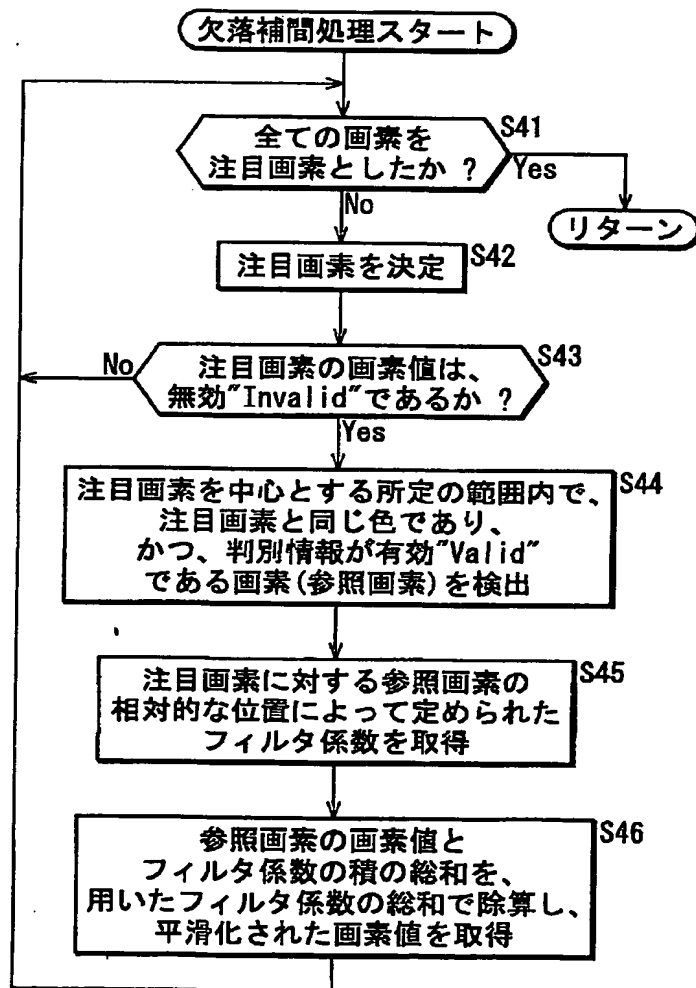


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

39/90

図54

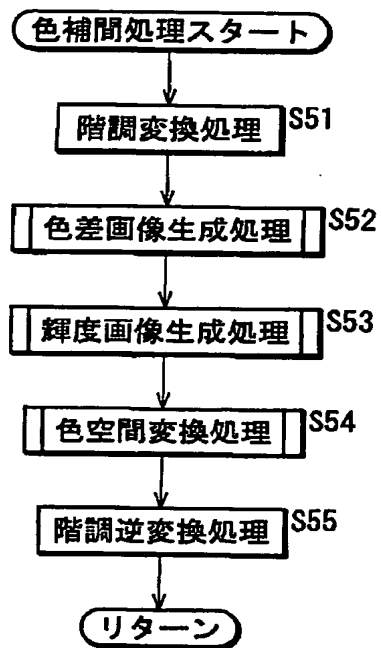


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

40/90

図55

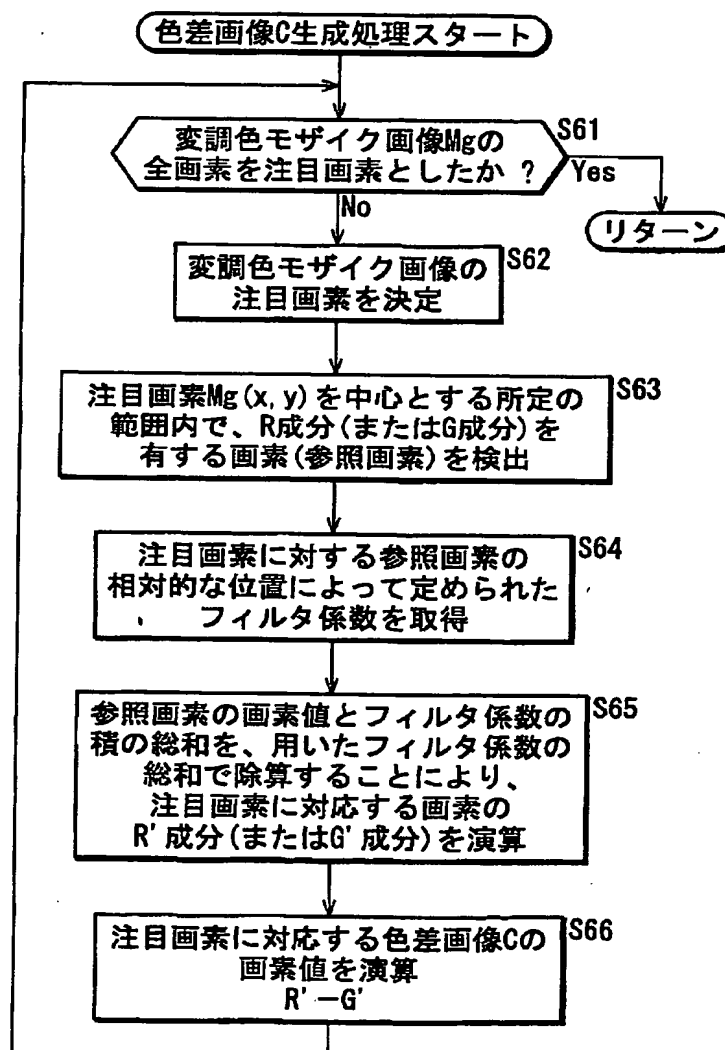


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

41/90

図56

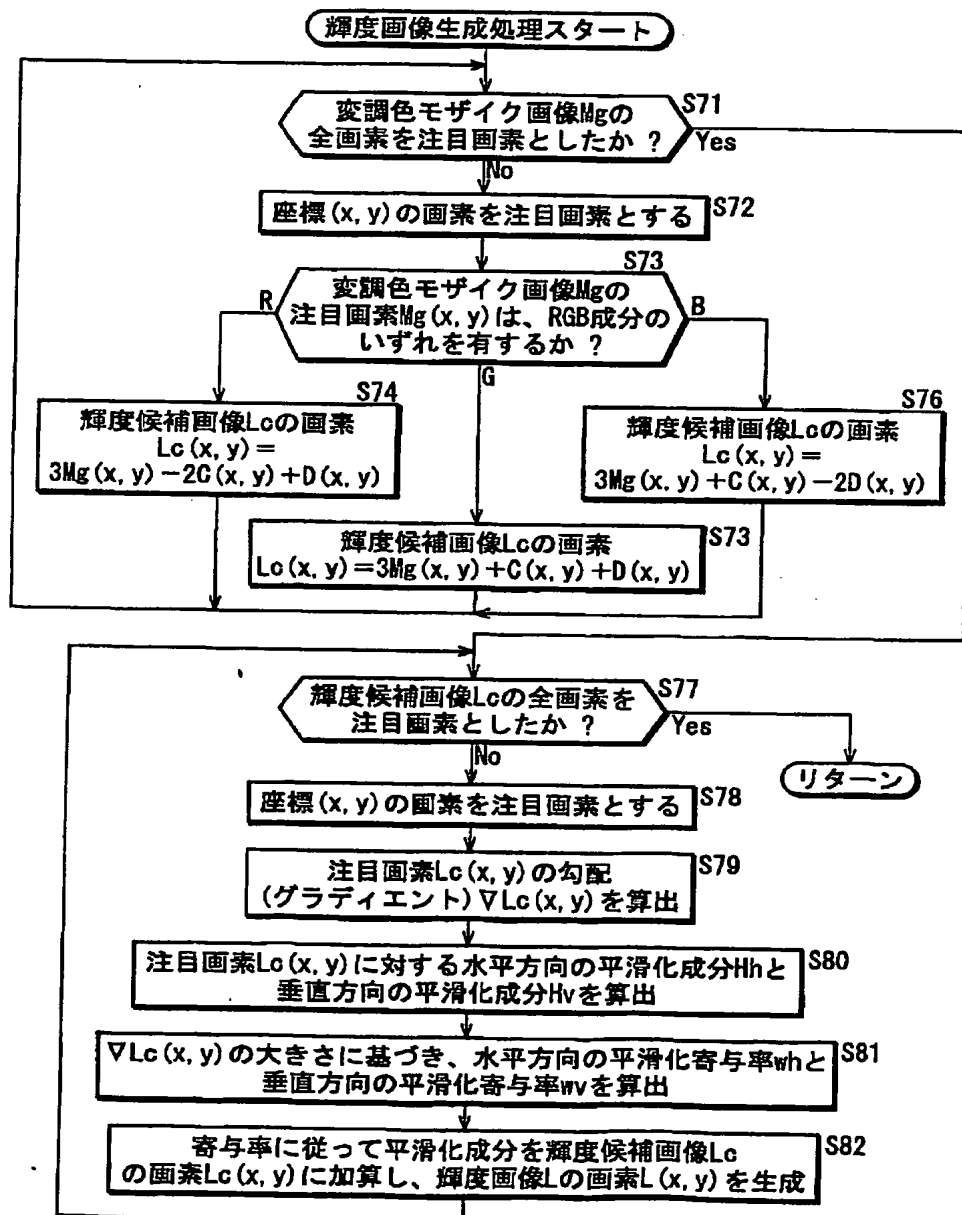


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

42/90

図57

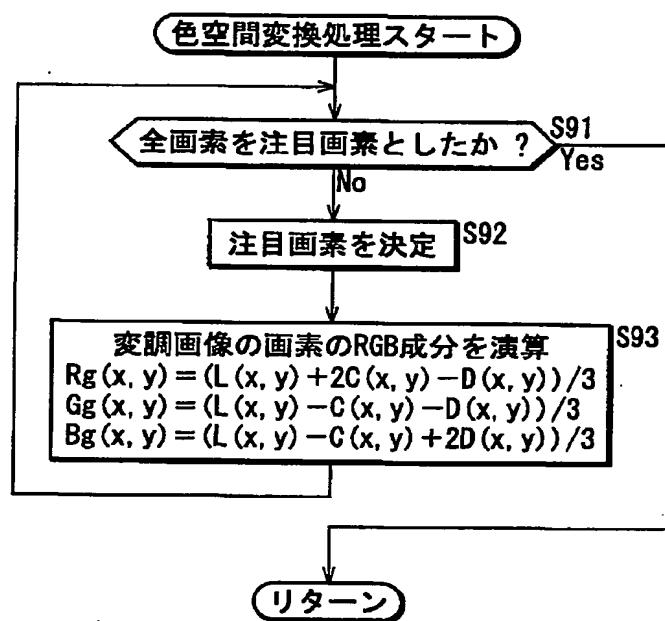


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

43/90

図58

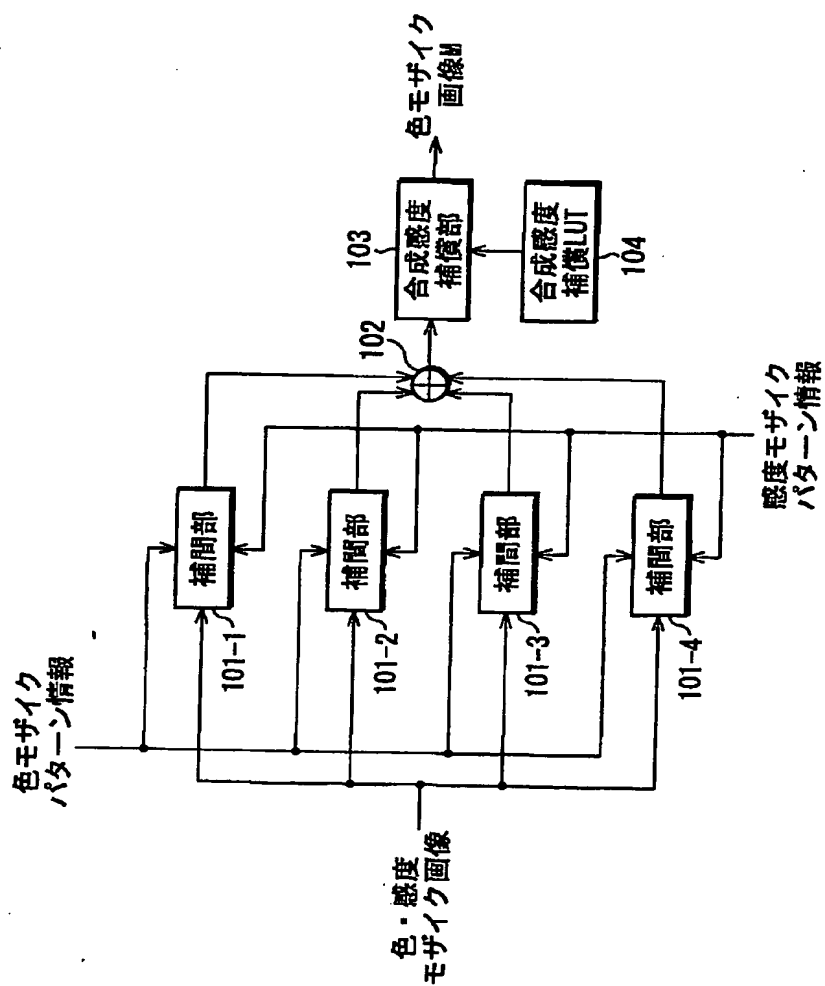


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

44/90

図59

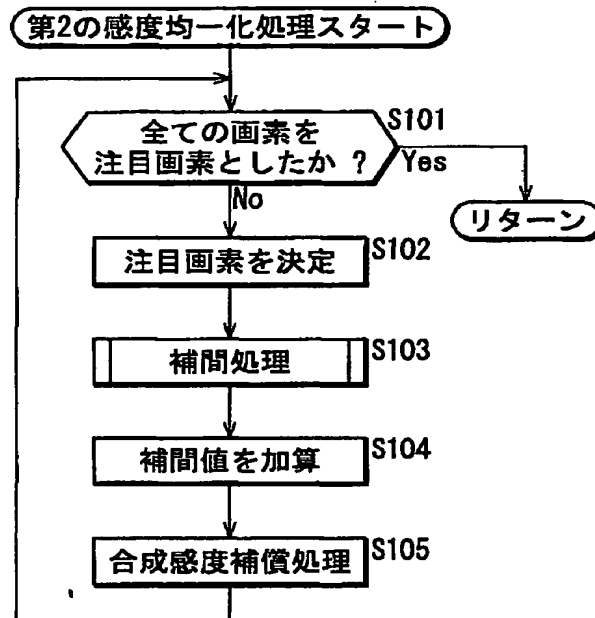


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

45/90

図60

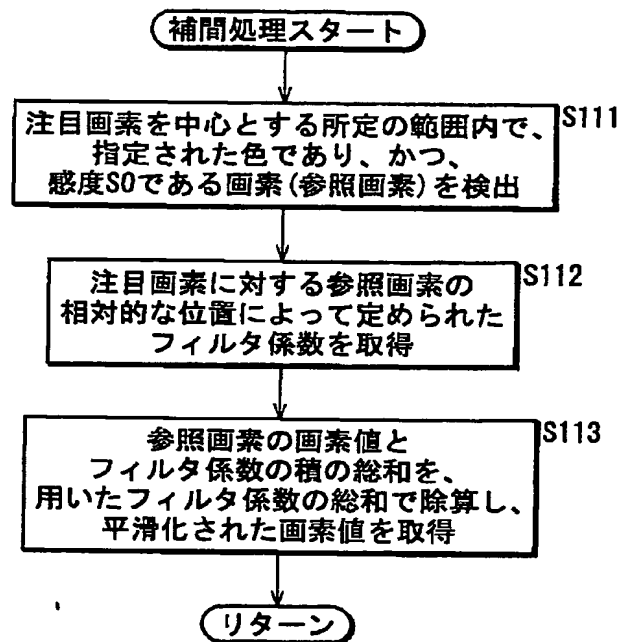


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

46/90

図61

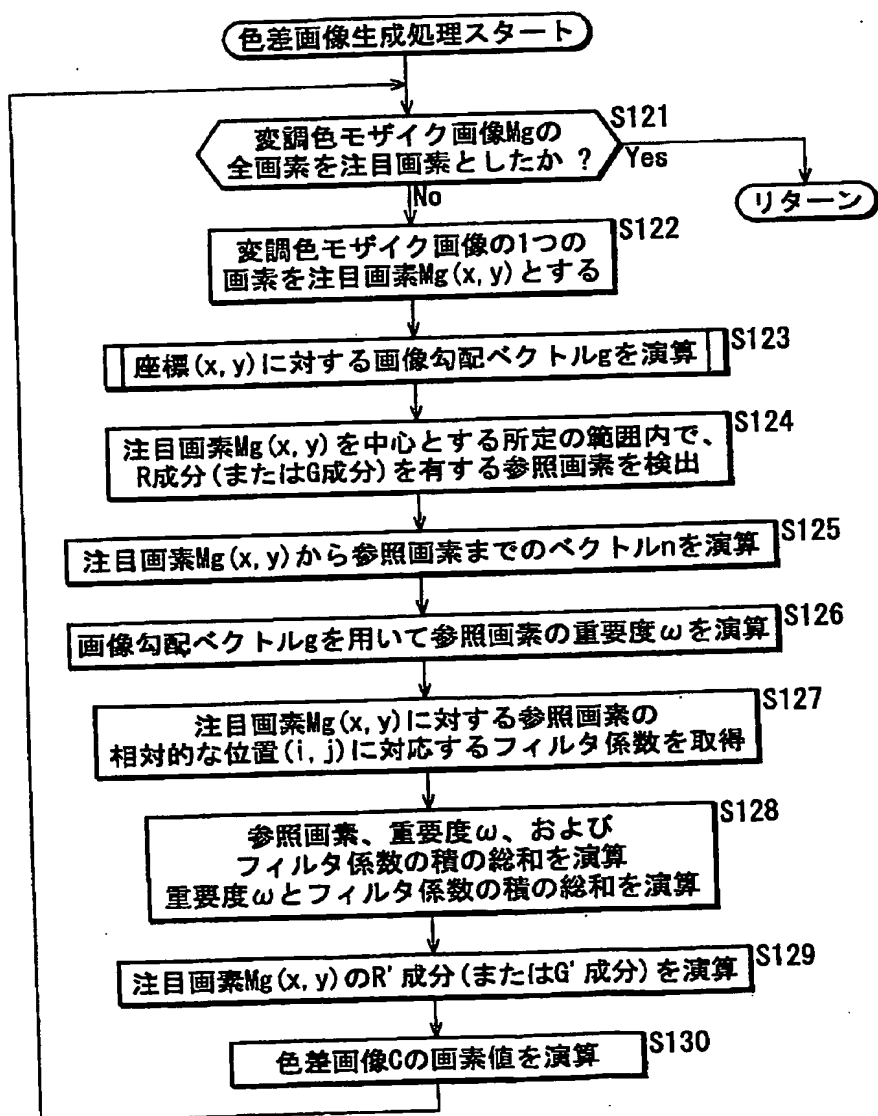


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

47/90

図62

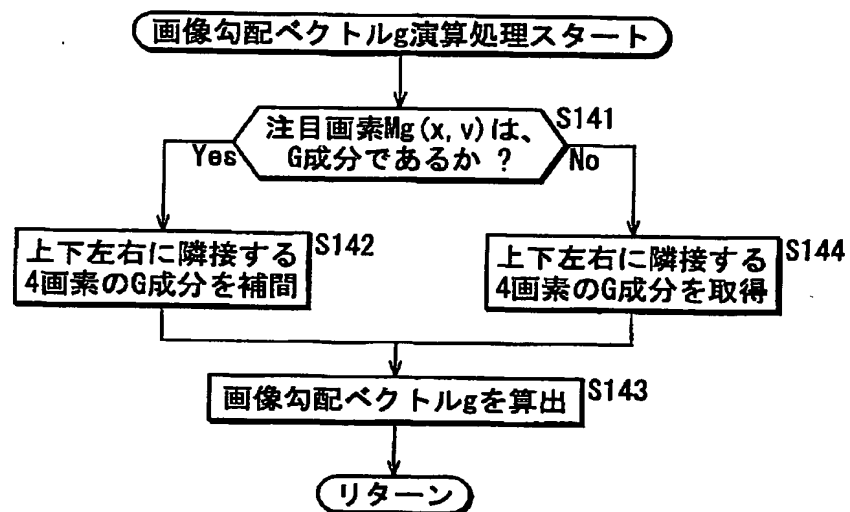


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

48/90

図63

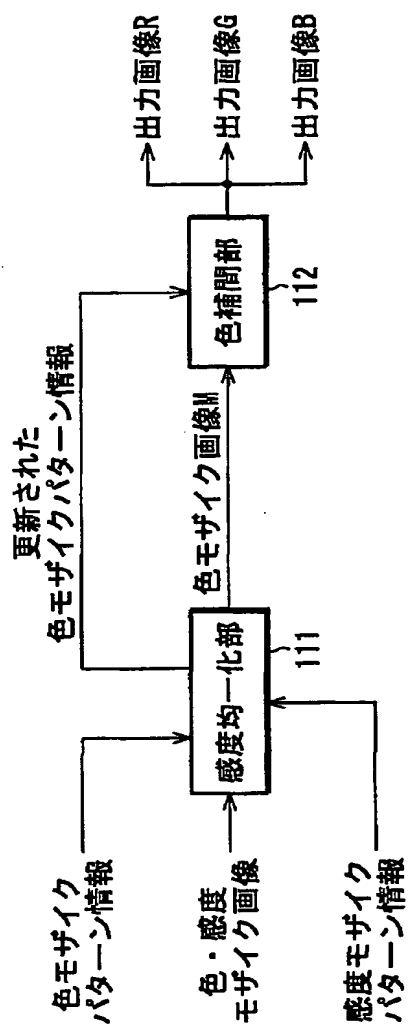


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

49/90

図64

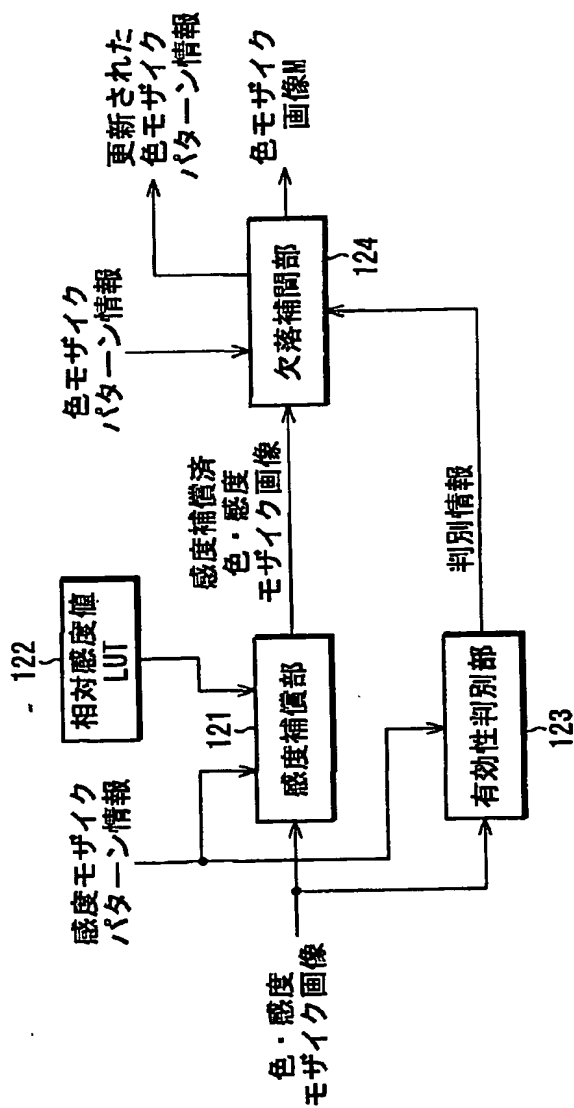


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

50/90

図65

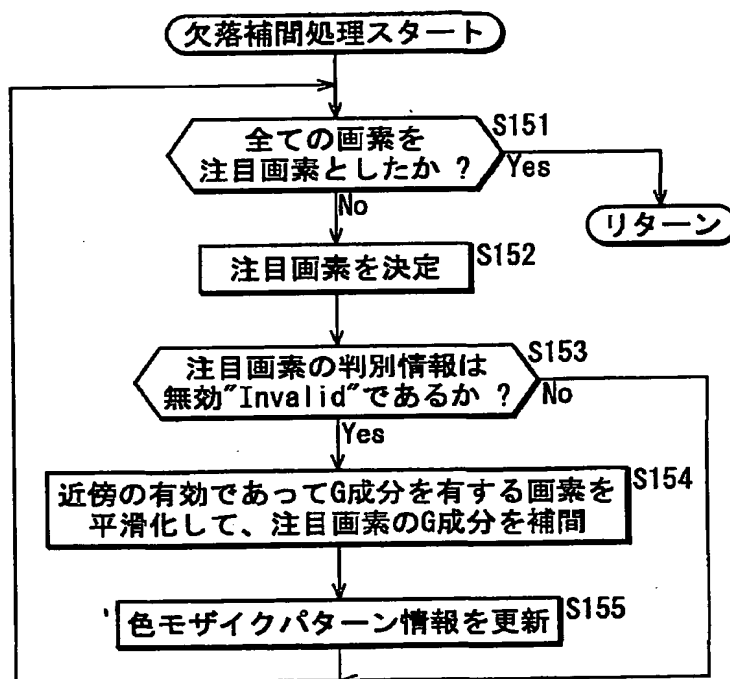


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

51/90

図66

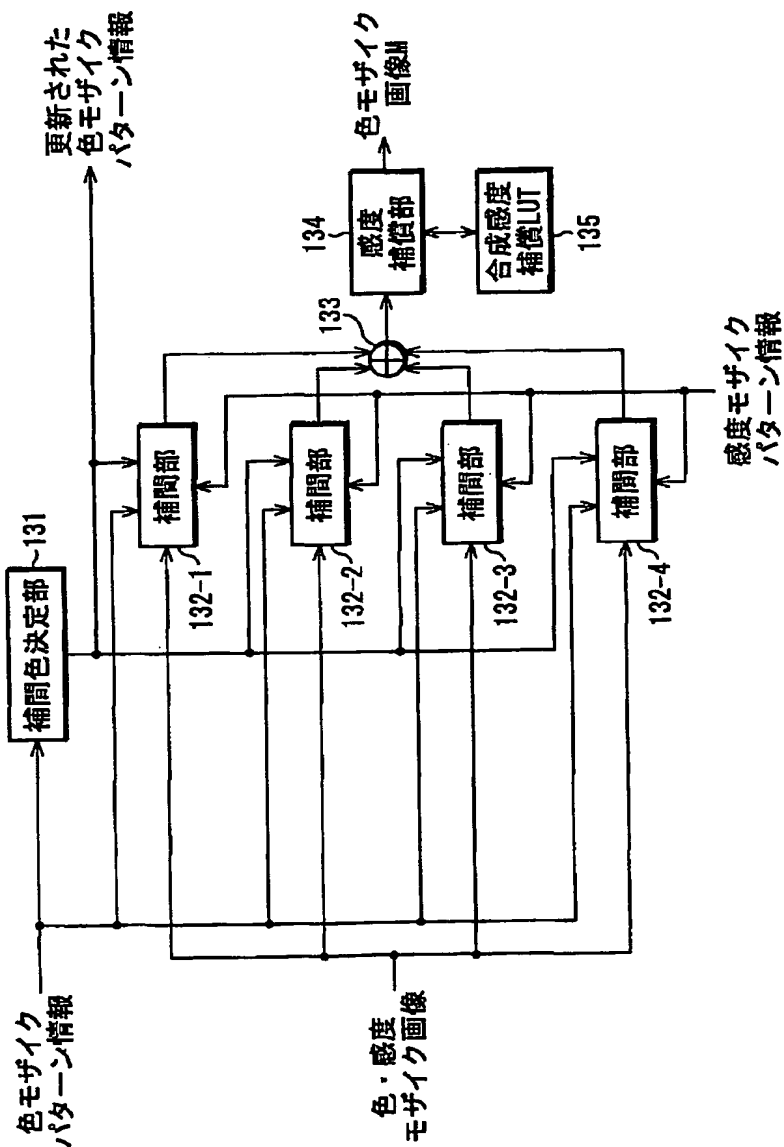


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

52/90

図67

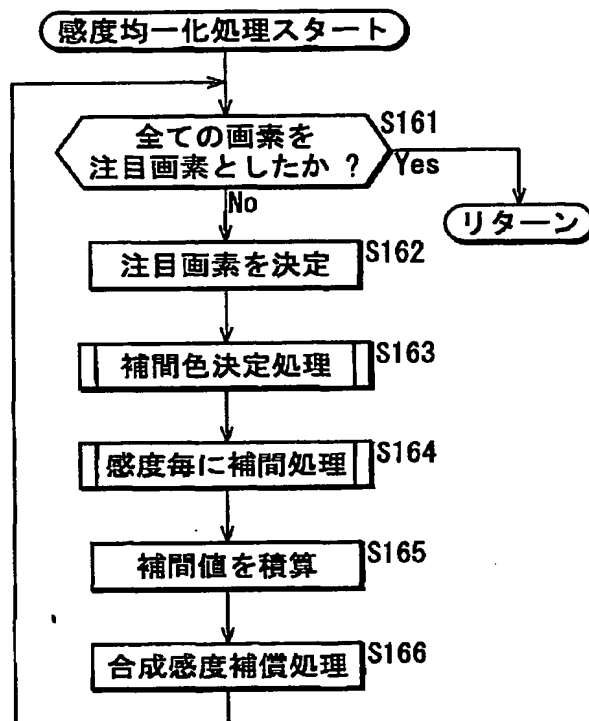


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

53/90

図68

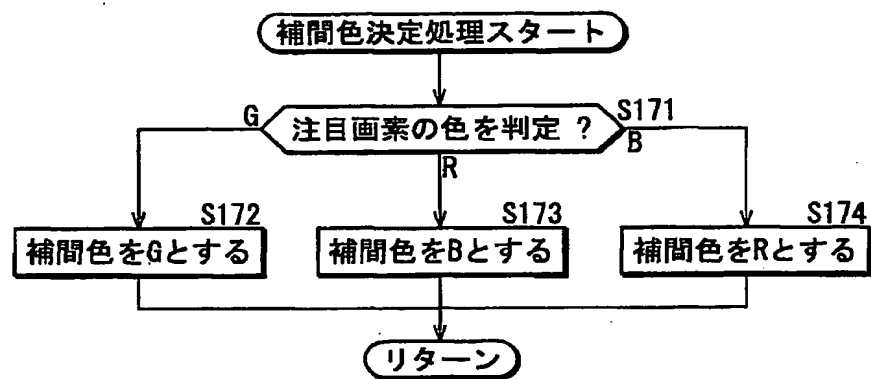


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

54/90

図69

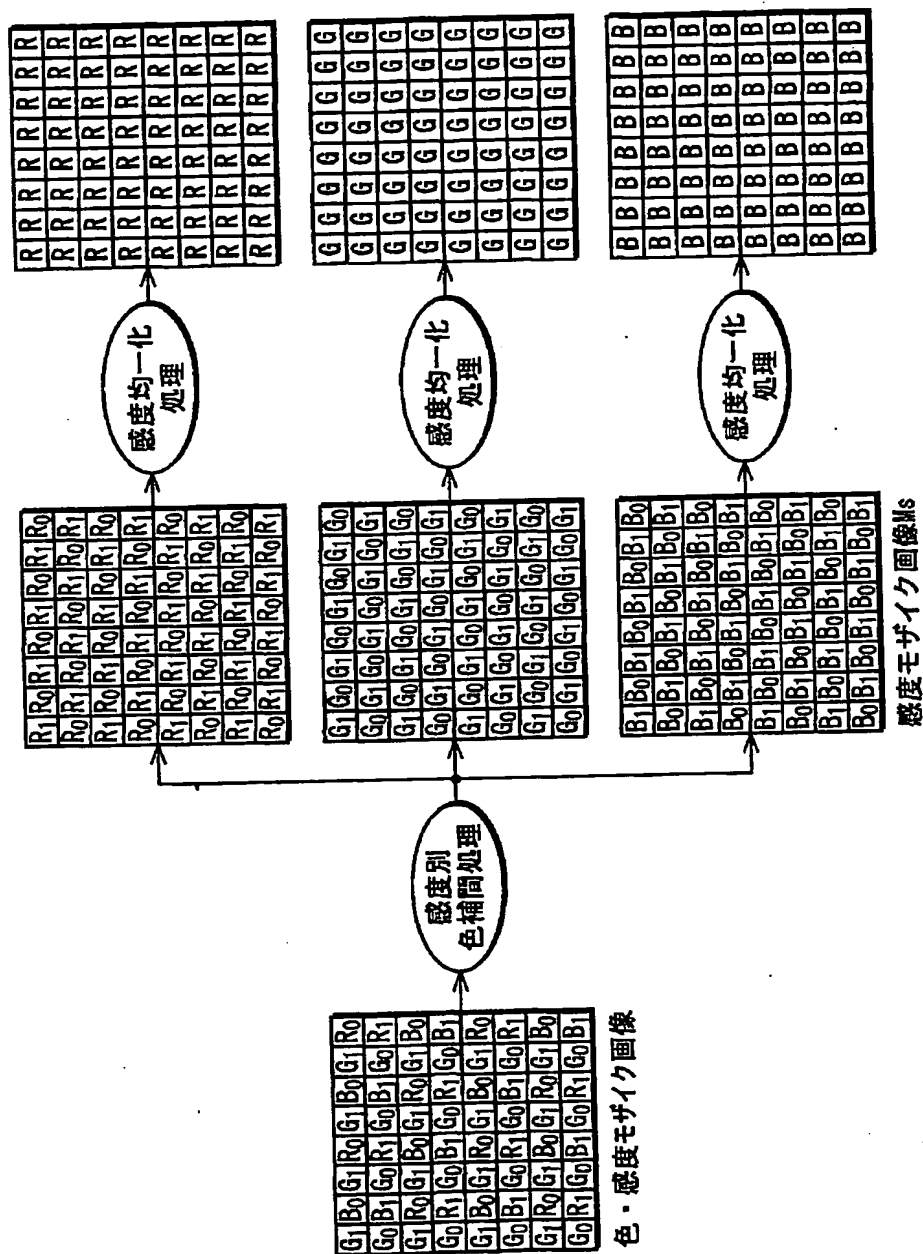


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

55/90

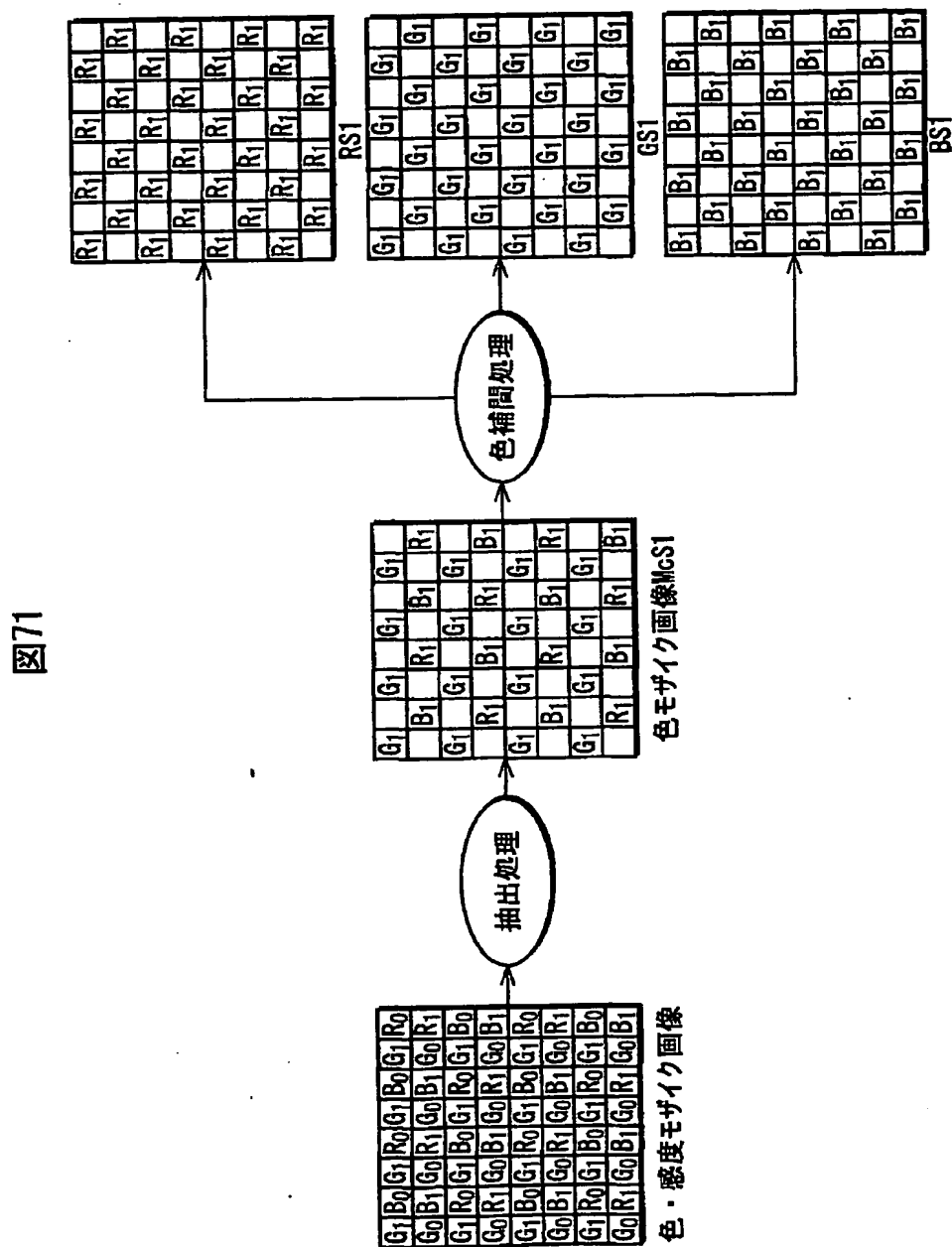
図70



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

56/90

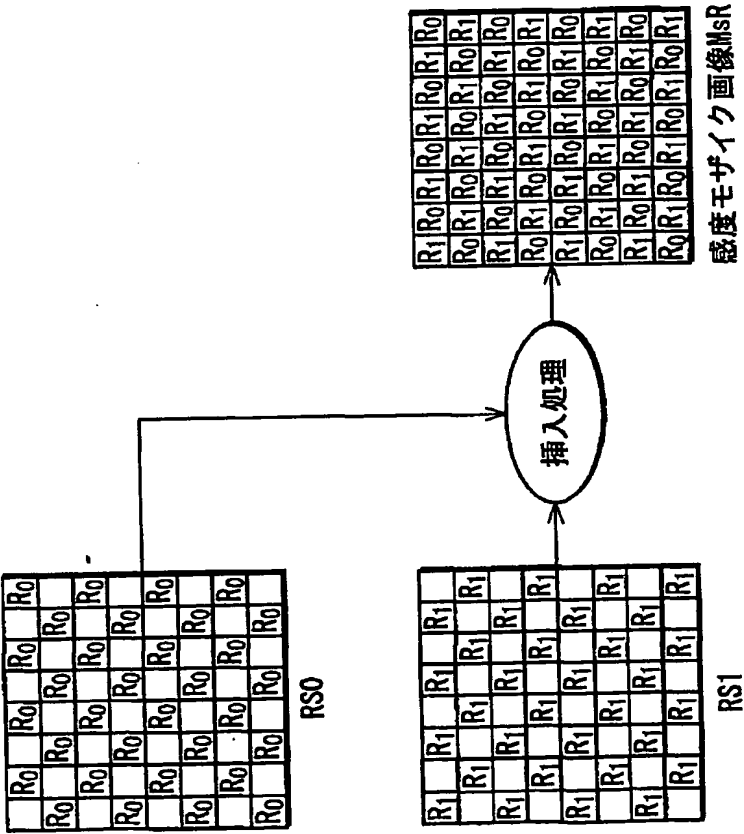


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

57/90

図72

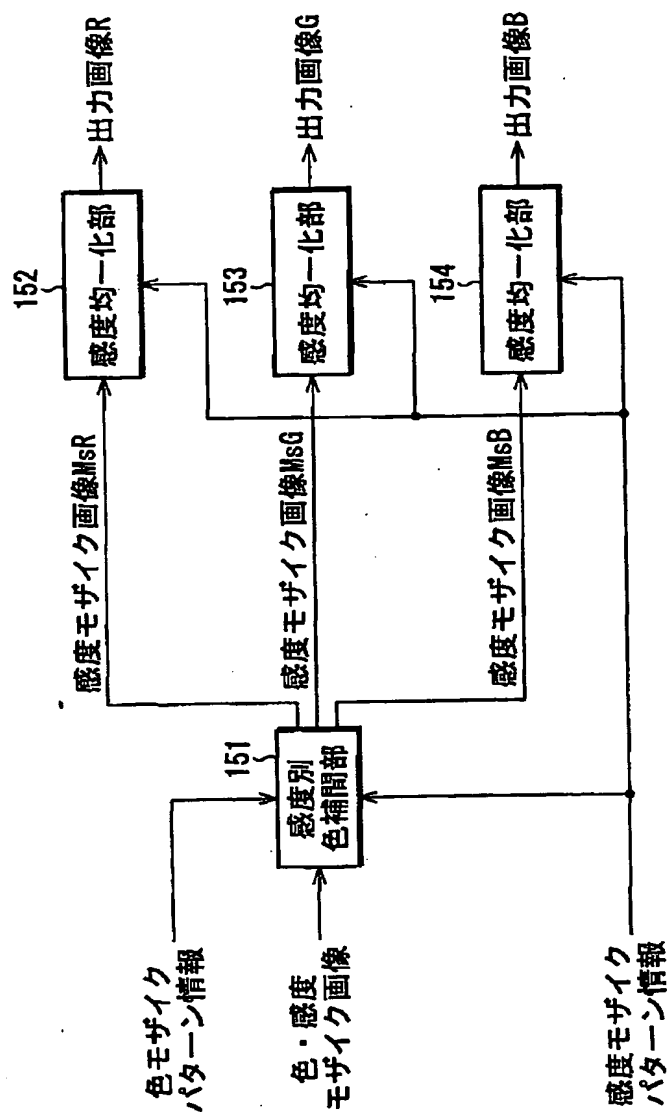


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

58/90

図73

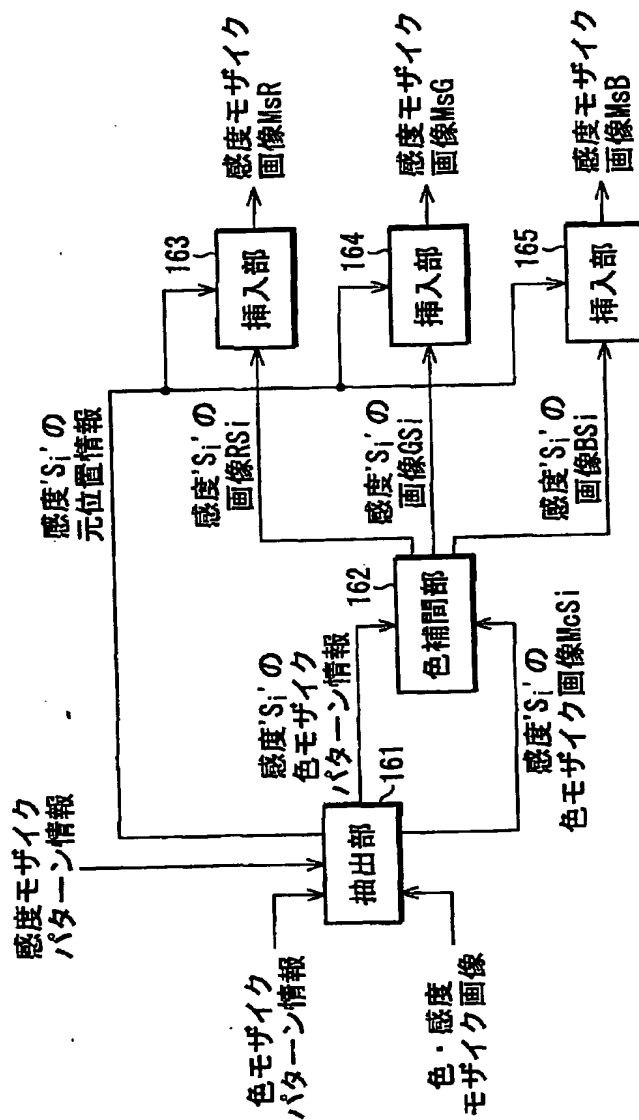


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

59/90

図74



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

60/90

図75

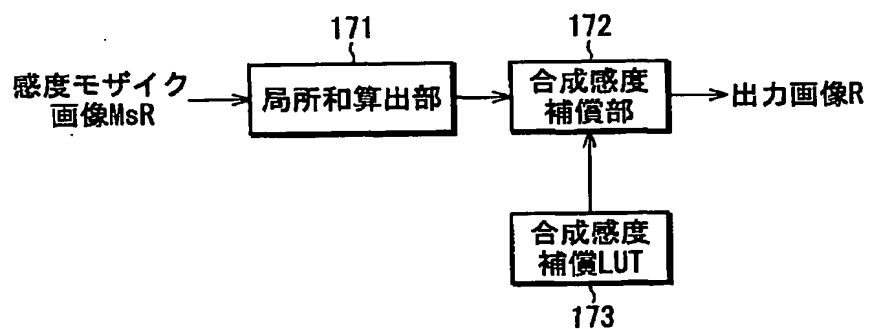
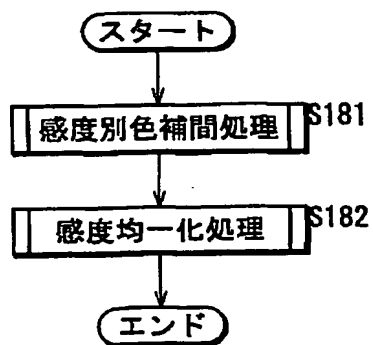


図76

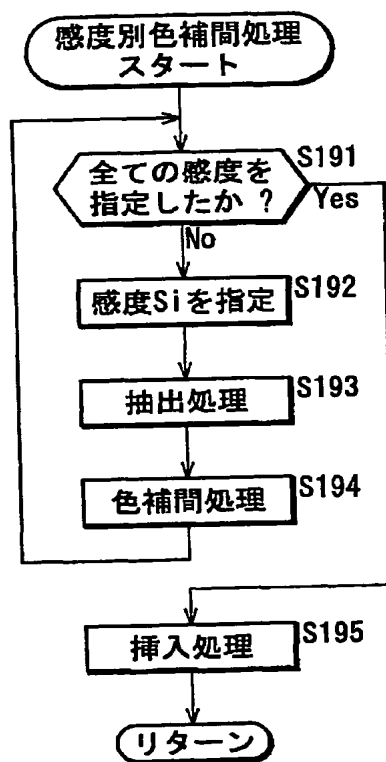


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

61/90

図77

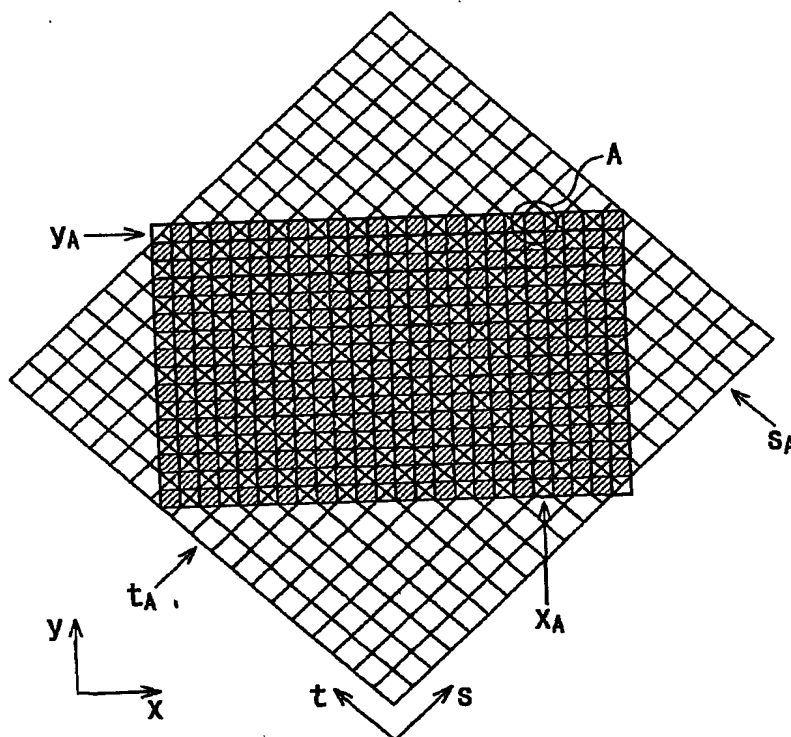


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

62/90

図78

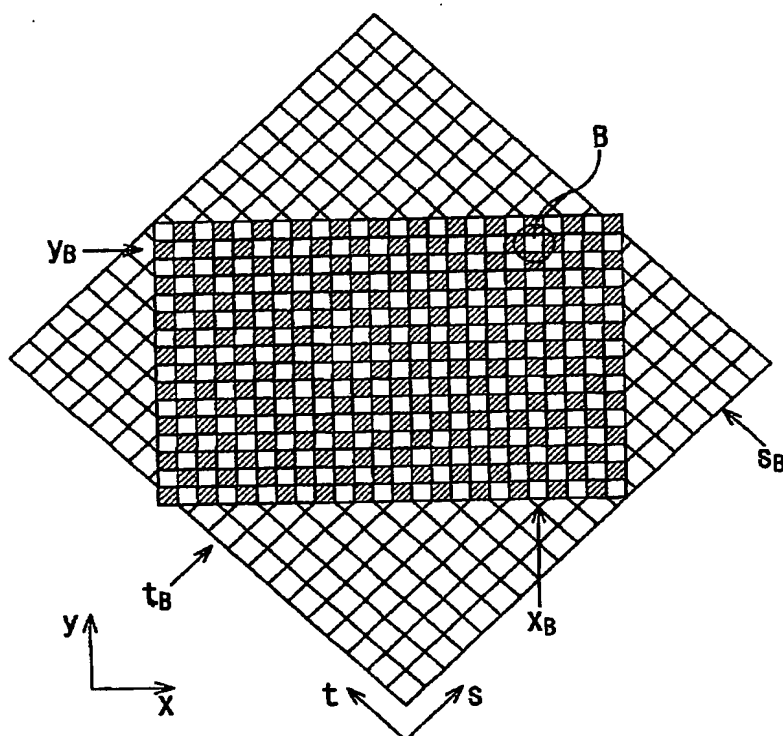


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

63/90

図79



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

64/90

図80

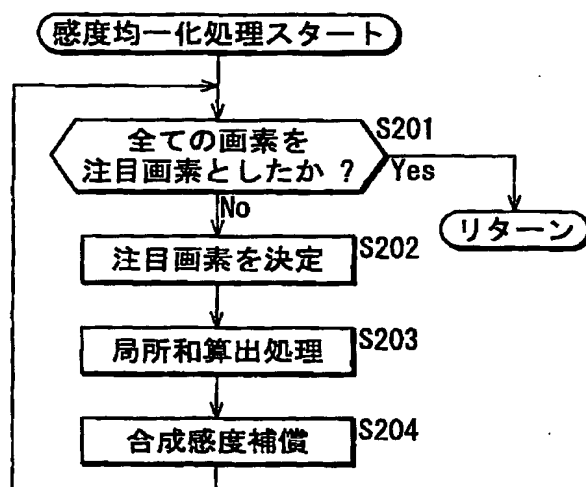


図81

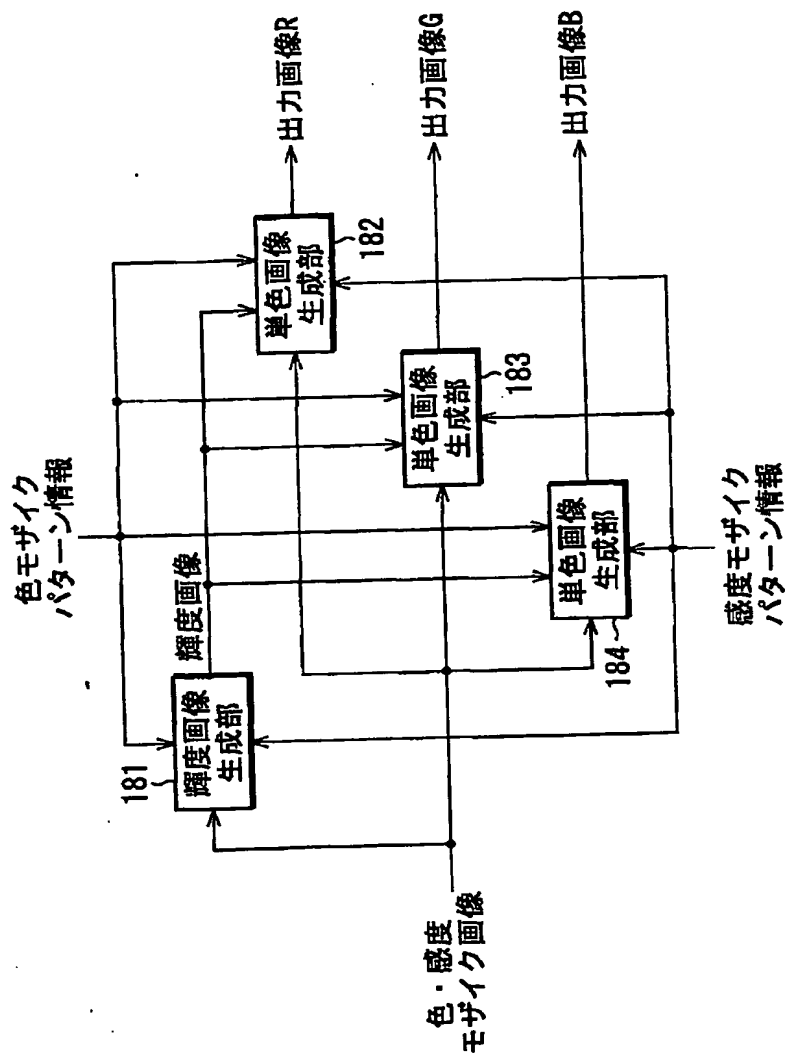
0.043	-0.618	-1.322	-0.618	0.043
-0.618	9.001	19.238	9.001	-0.618
-1.322	19.238	41.12	19.238	-1.322
-0.618	9.001	19.238	9.001	-0.618
0.043	-0.618	-1.322	-0.618	0.043

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

65/90

図82

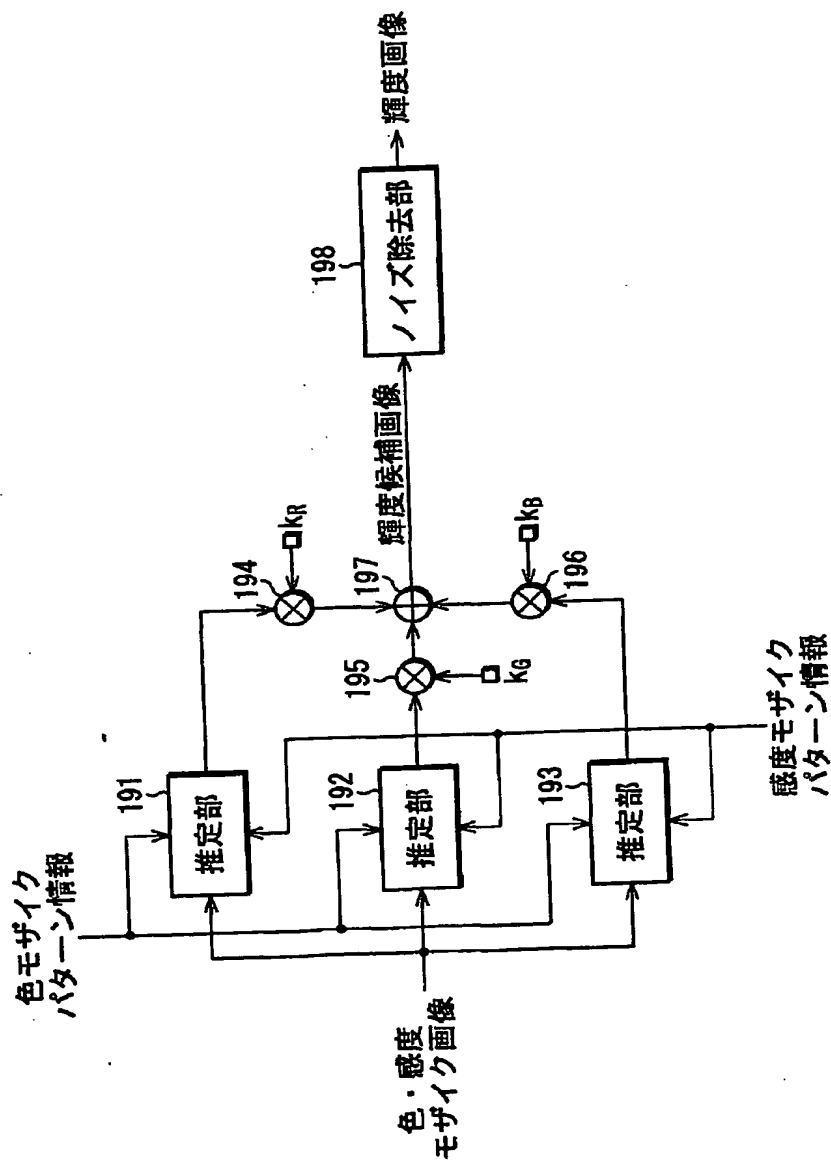


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

66/90

図83

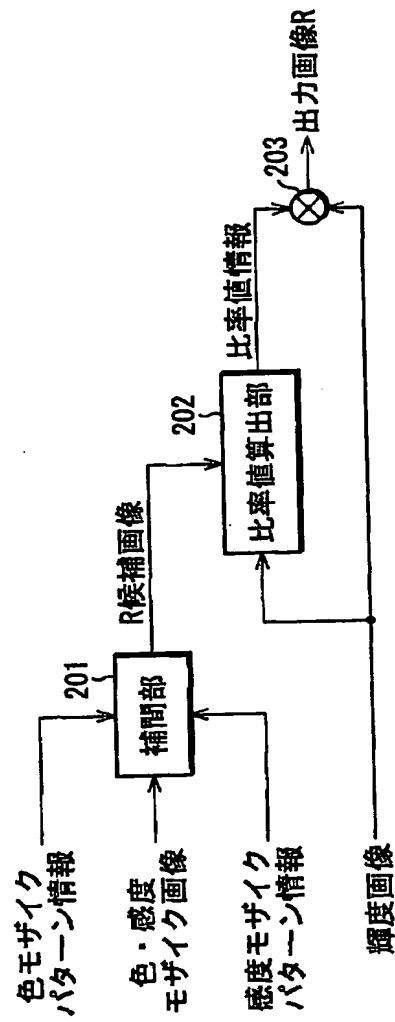


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

67/90

図84



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

68/90

図85

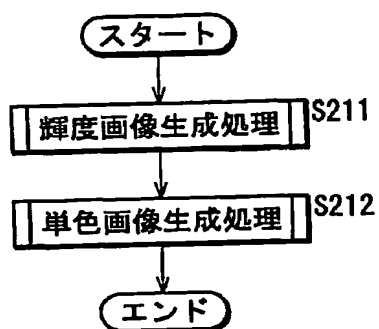
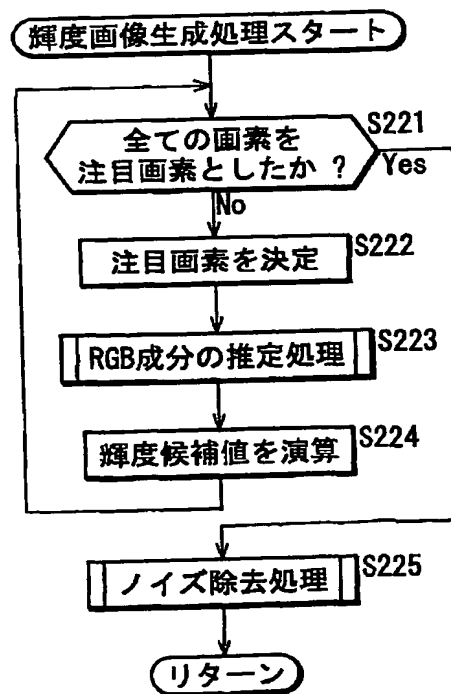


図86

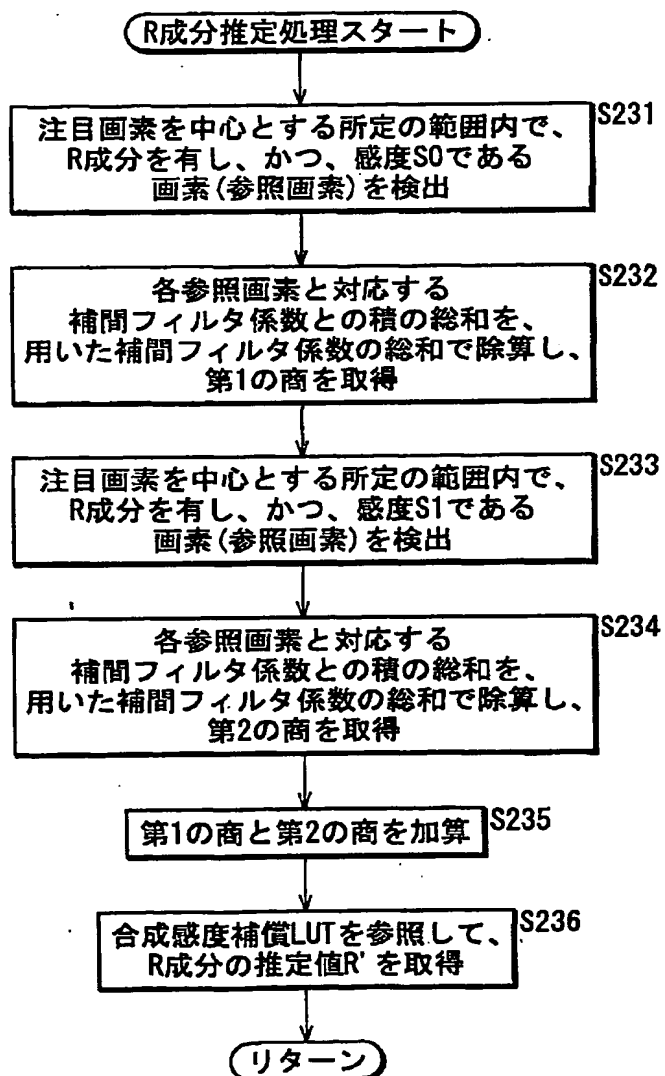


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

69/90

図87



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

71/90

図89

0.004	0.000	-0.035	-0.063	-0.035	0.000	0.004
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.035	0.000	0.316	0.563	0.316	0.000	-0.035
0.063	0.000	0.563	1.000	0.563	0.000	-0.063
0.035	0.000	0.316	0.563	0.316	0.000	-0.035
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.004	0.000	-0.035	-0.063	-0.035	0.000	0.004

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

72/90

図90

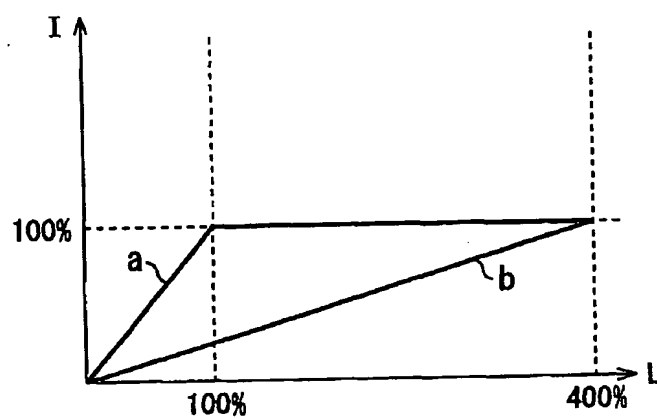
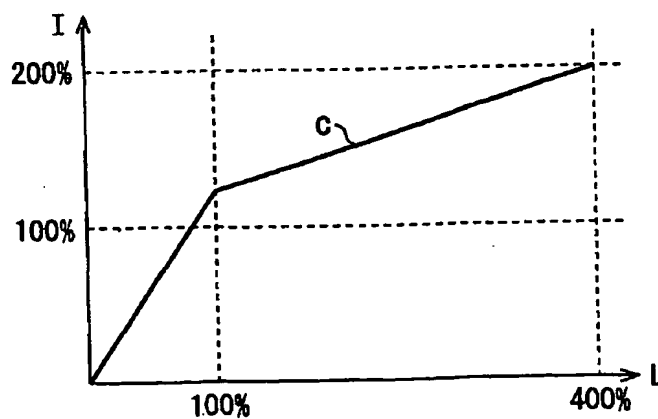


図91

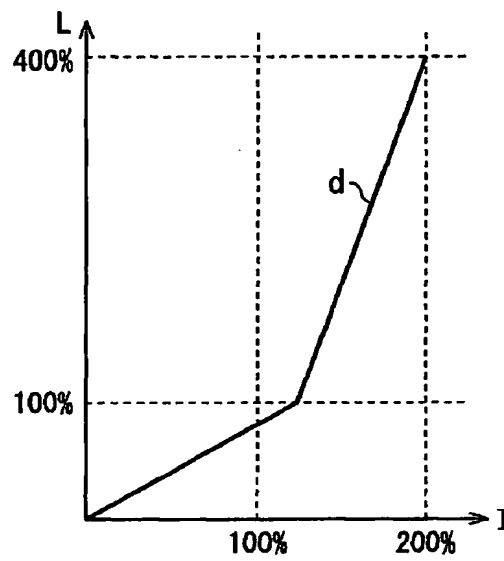


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

73/90

図92

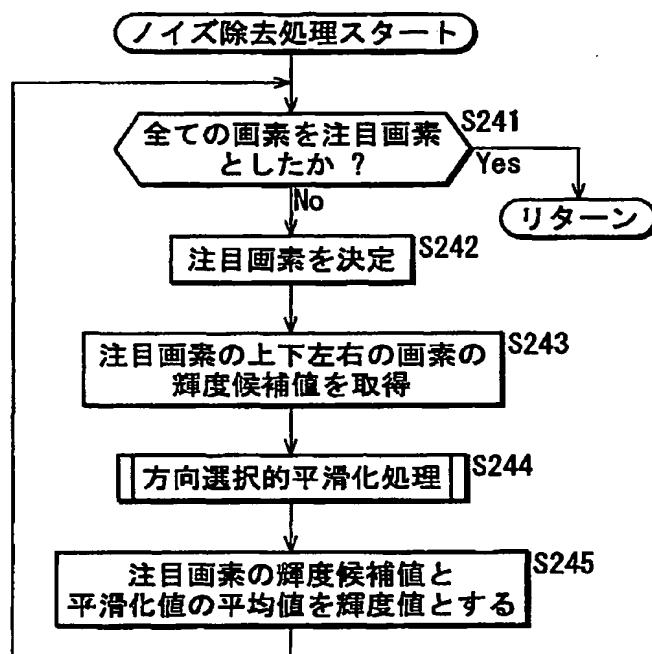


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

74/90

図93

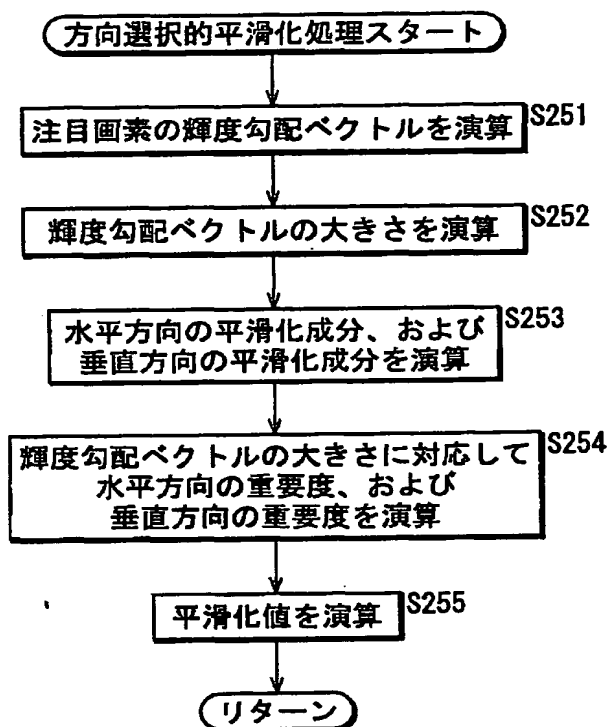


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

75/90

図94

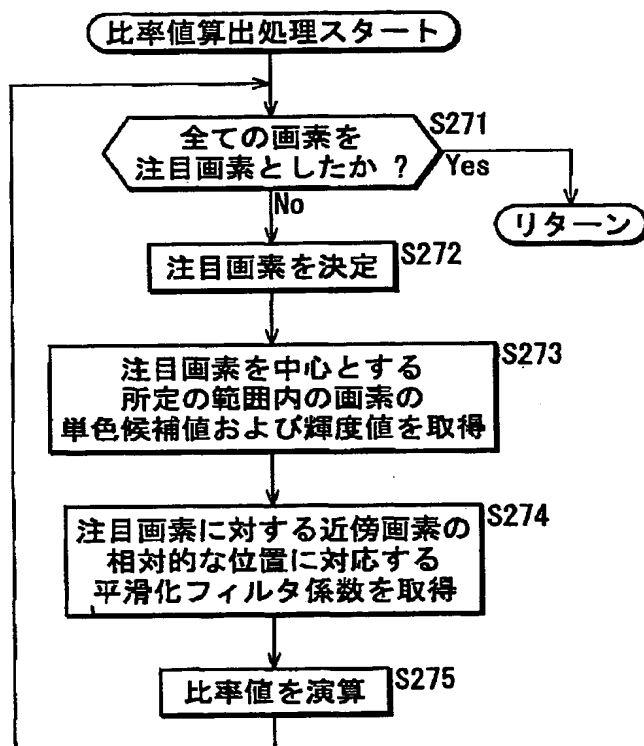


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

77/90

図96



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

78/90

図97

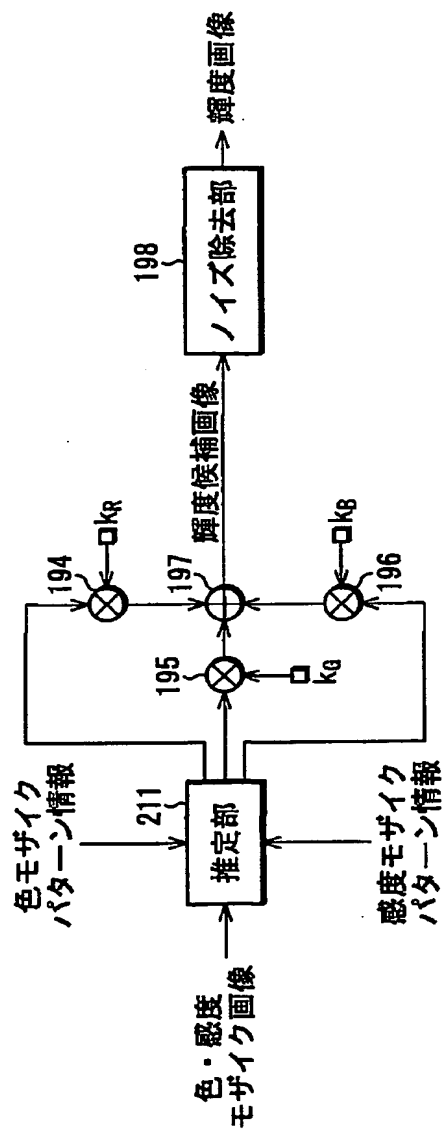
0.000	0.003	0.010	0.014	0.010	0.003	0.000
0.003	0.028	0.080	0.111	0.080	0.028	0.003
0.010	0.080	0.230	0.319	0.230	0.080	0.010
0.014	0.111	0.319	0.444	0.319	0.111	0.014
0.010	0.080	0.230	0.319	0.230	0.080	0.010
0.003	0.028	0.080	0.111	0.080	0.028	0.003
0.000	0.003	0.010	0.014	0.010	0.003	0.000

WO 02/056604

PCT/JP02/00036

79/90

図98

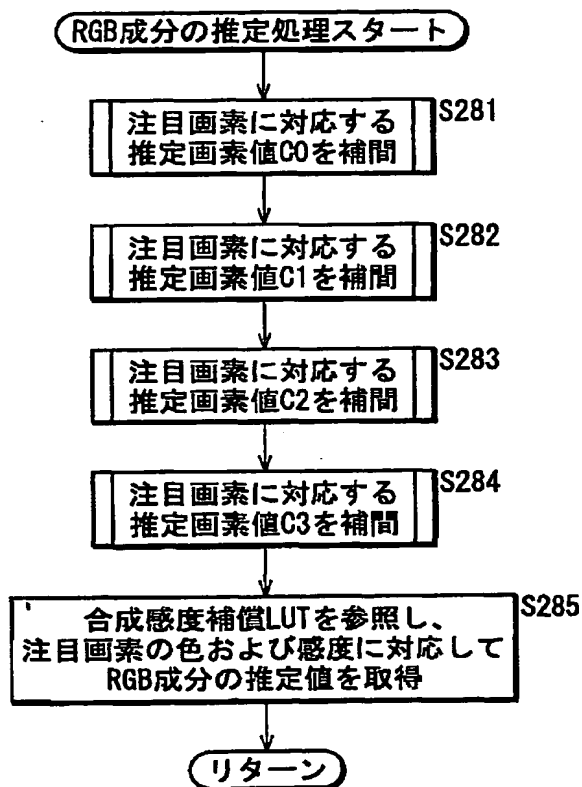


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

80/90

図99



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

81/90

図100

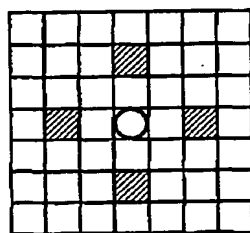


図101

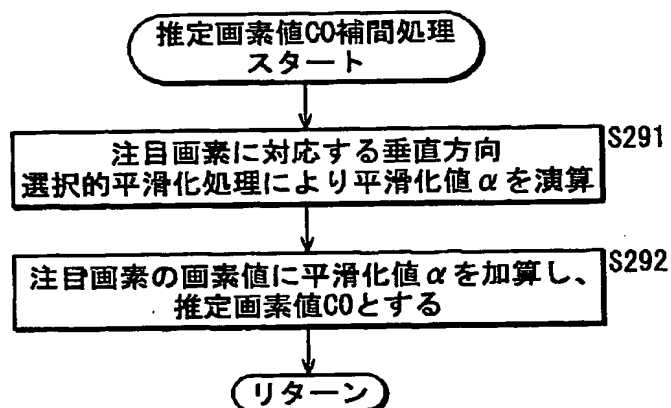
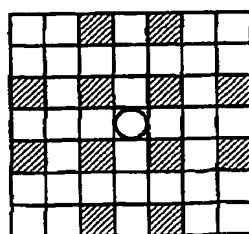


図102

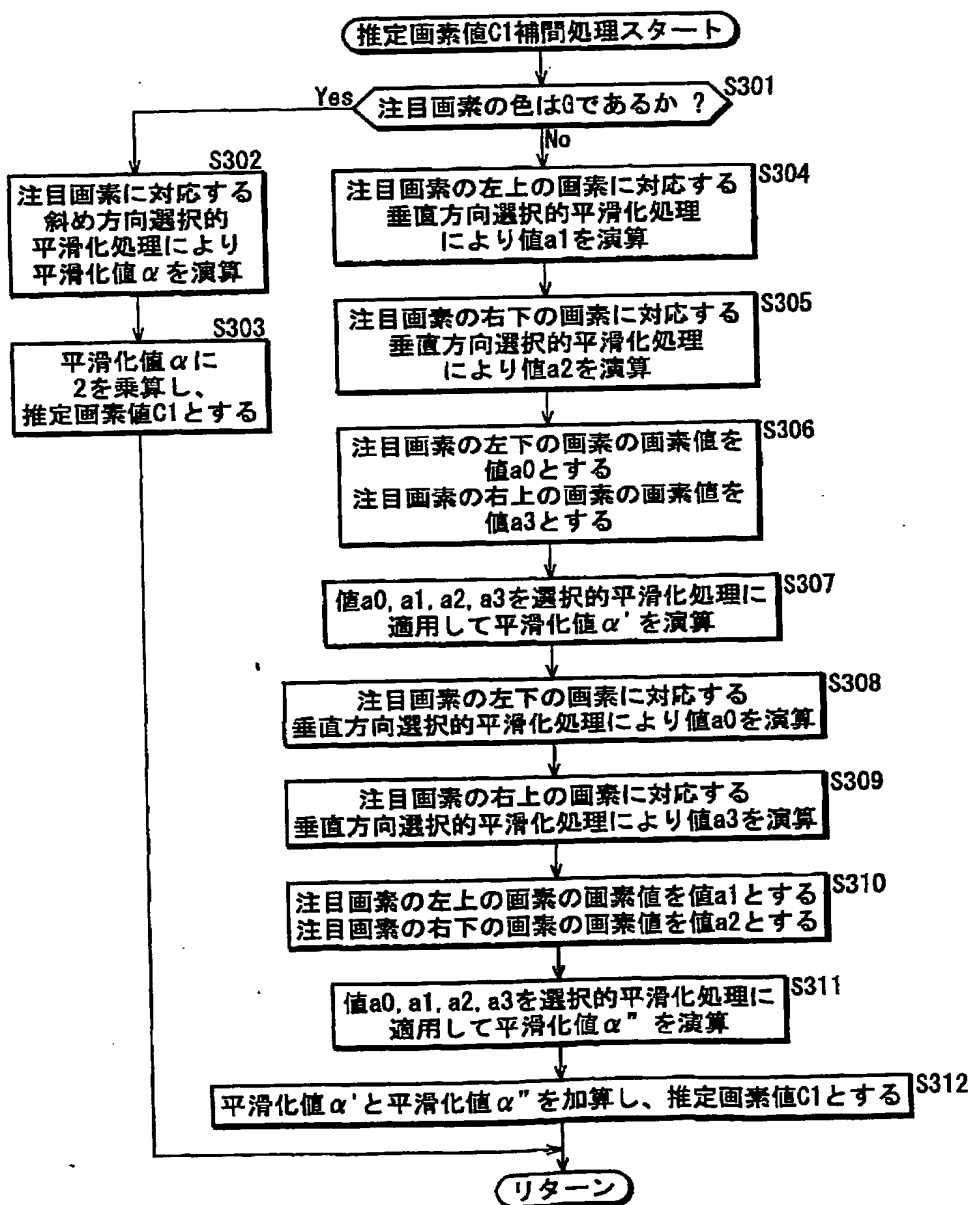


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

82/90

図103



WO 02/056604

PCT/JP02/00036

83/90

図104A

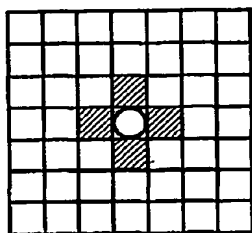
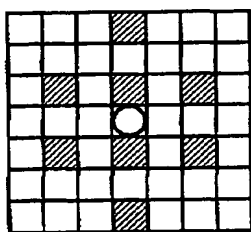


図104B

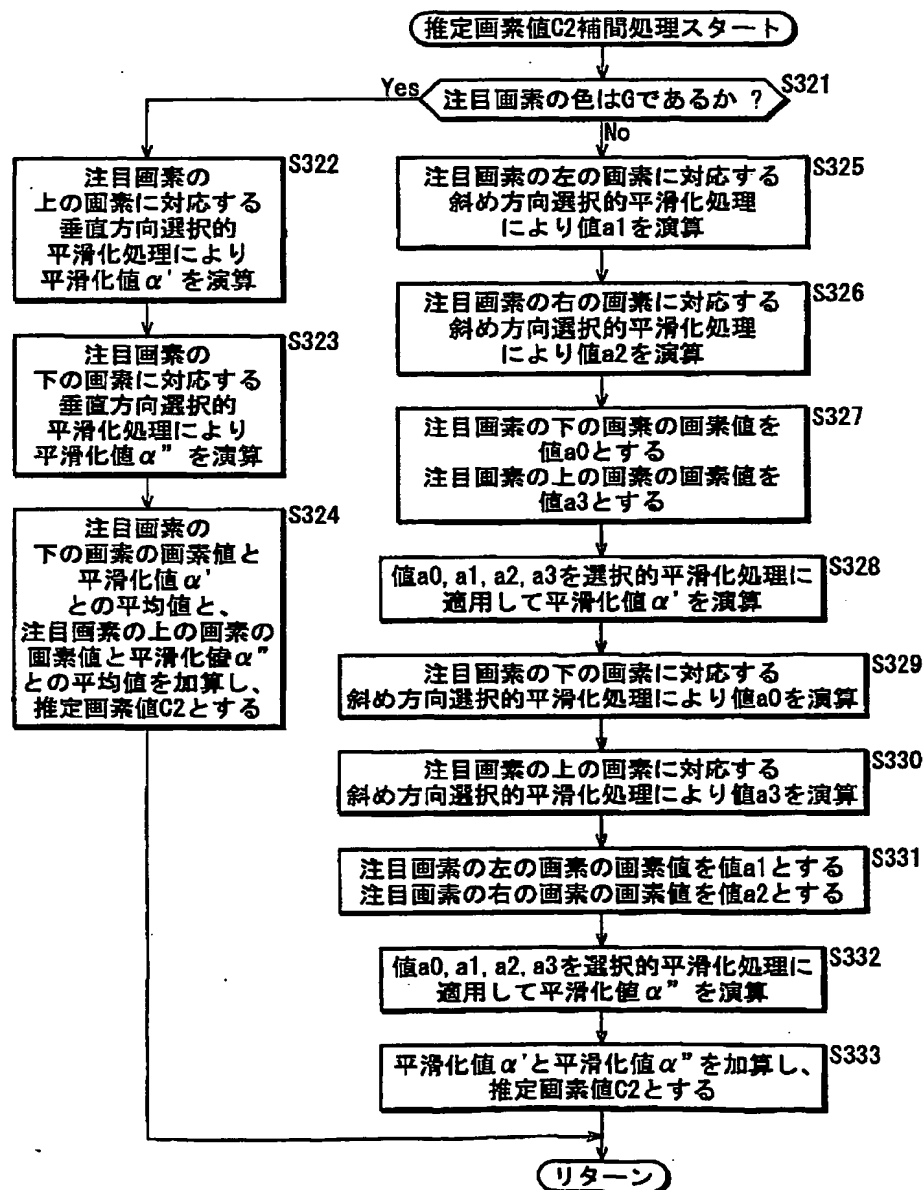


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

84/90

図105

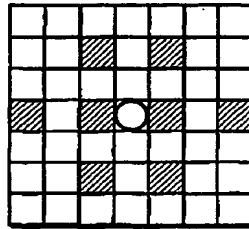


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

85/90

図106

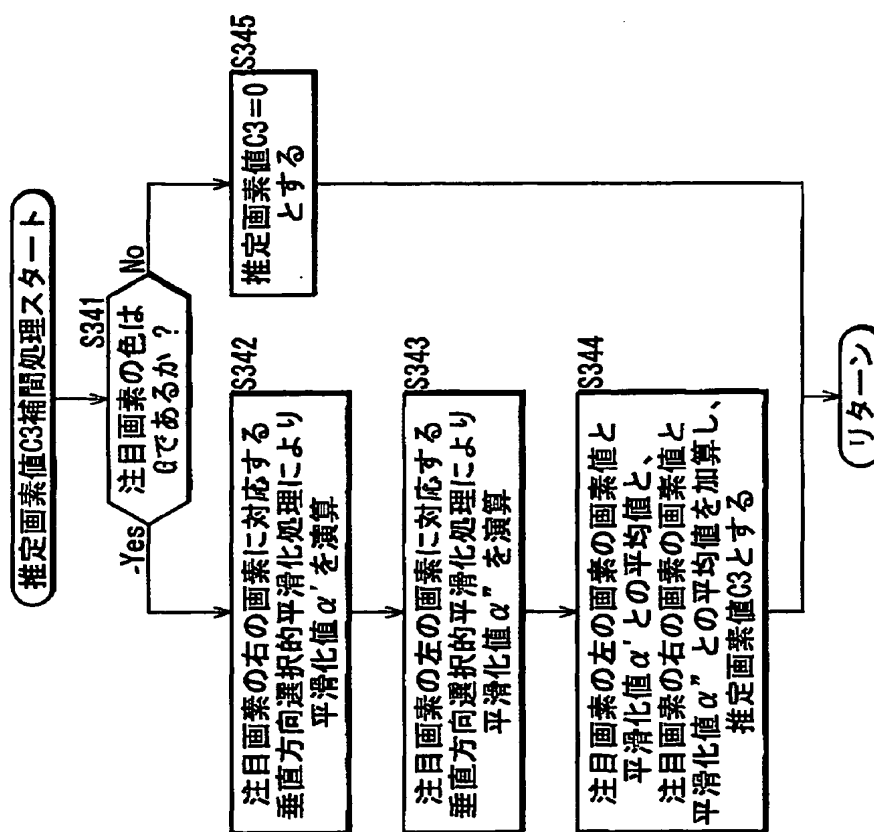


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

86/90

図107

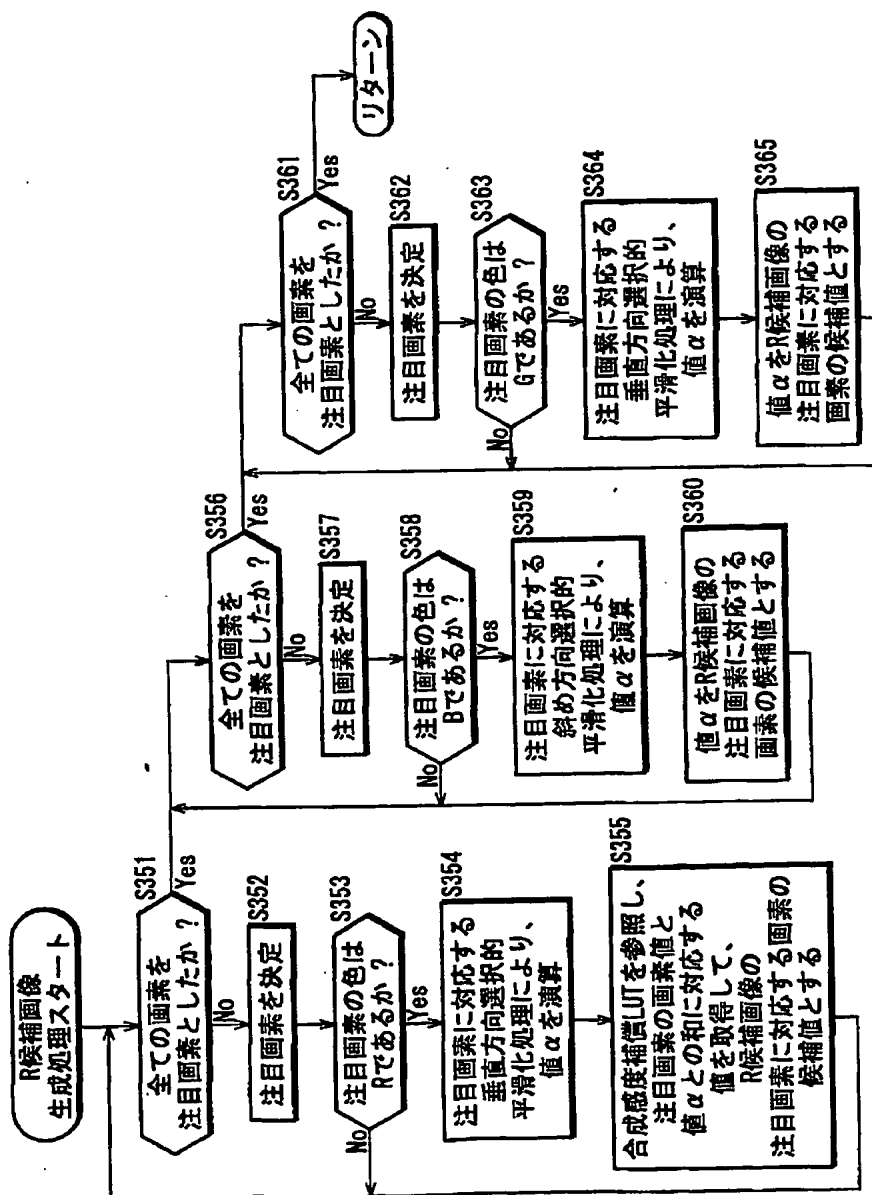


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

87/90

図108

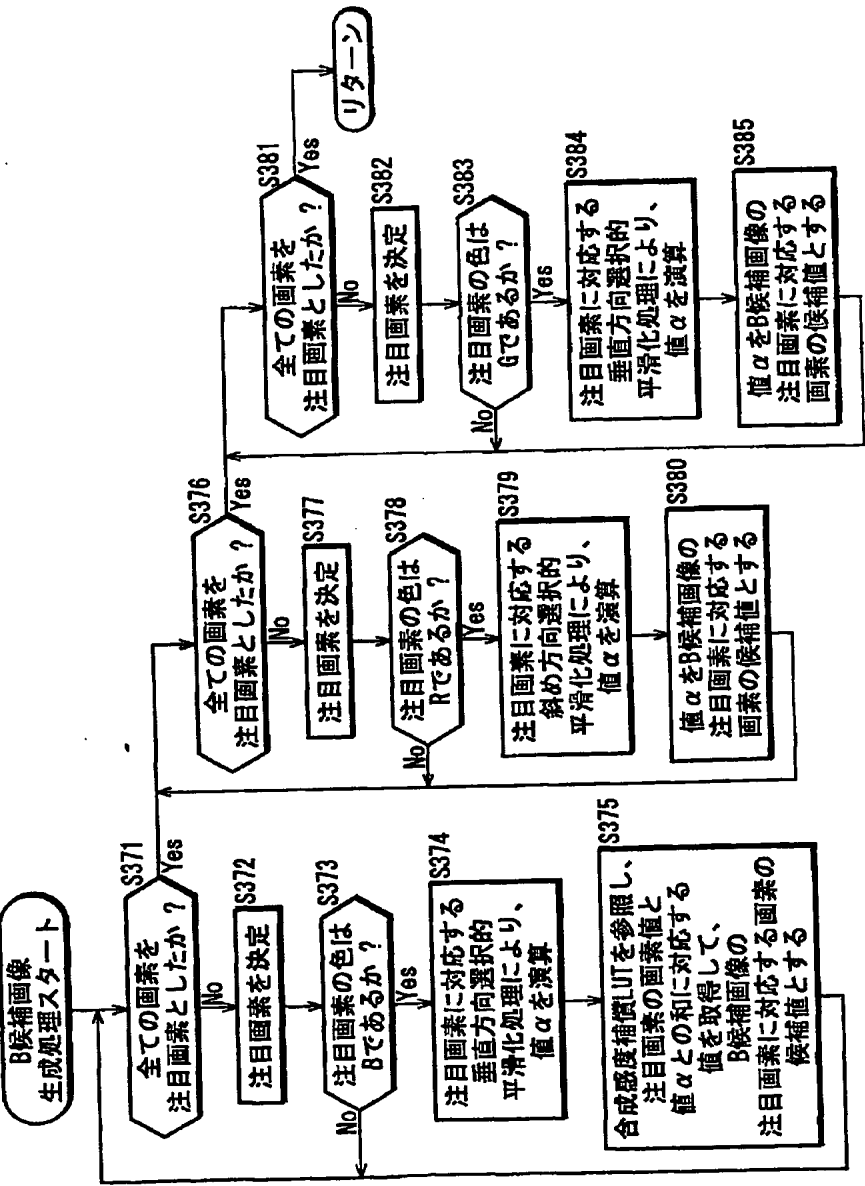


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

88/90

図109

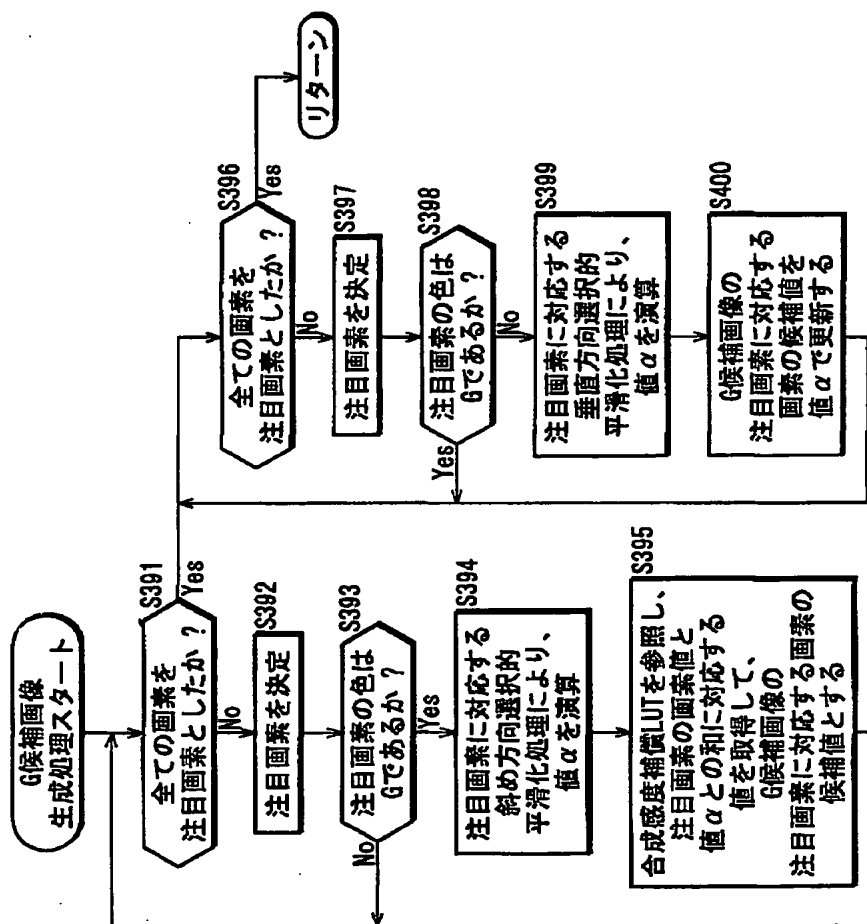


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

89/90

図110

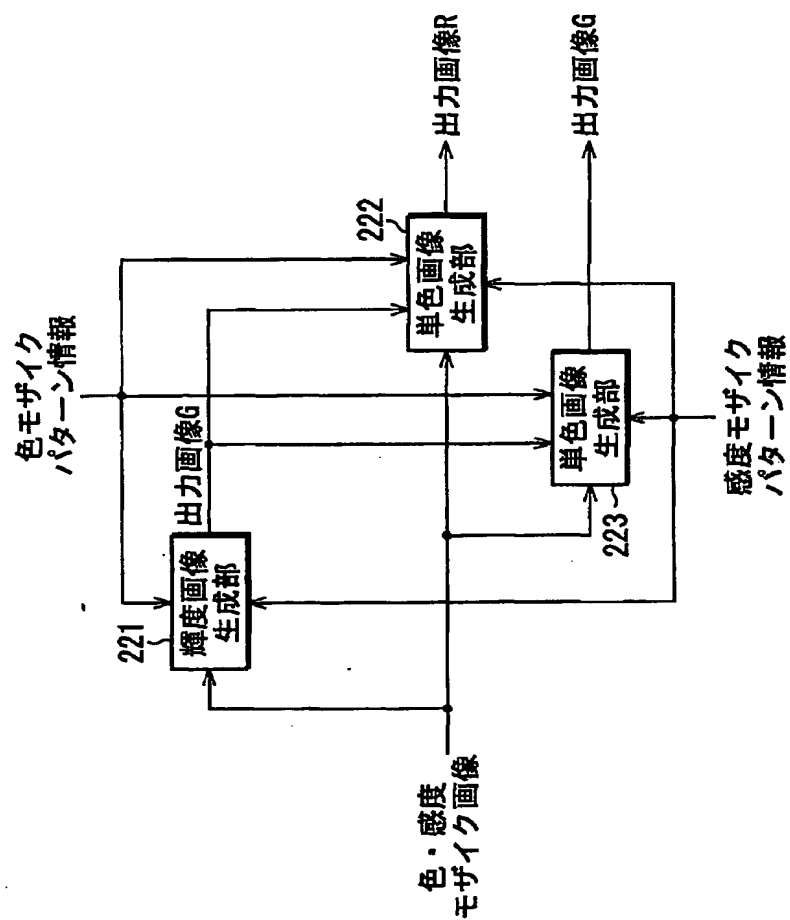


WO 02/056604

PCT/JP02/00036

90/90

図111



INTERNATIONAL SEARCH REPORT


International application No.

PCT/JP02/00036

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-294949 A (Sony Corp.), 04 November, 1998 (04.11.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-204
A	JP 2000-69491 A (Nikon Corp.), 03 March, 2000 (03.03.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-204

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1998)

国際調査報告		国際出版番号 PCT/JPO2/00036
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ H04N 9/07		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ H04N 9/04-9/11, 5/835		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2002年 日本国登録実用新案公報 1994-2002年 日本国実用新案登録公報 1996-2002年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 10-164602 A (ミノルタ株式会社) 1998. 06. 19, 全文, 全図 & US 6091862 A1	1-204
P, A	JP 2001-61157 A (株式会社ニコン) 2001. 03. 06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-204
A	JP 2-166987 A (富士写真フイルム株式会社) 1990. 06. 27, 全文, 全図 & US 5119180 A1	1-204
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		
の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	08. 04. 02	国際調査報告の発送日 30.04.02
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 井上 健一	 5P 9373 電話番号 03-3581-1101 内線 3502

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (1998年7月)

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JPO2/00036
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 5-64083 A (富士写真フイルム株式会社, 富士フイルムマイクロデバイス株式会社) 1993. 03. 12, 全文, 全図 & JP 5-64075 A. & US 5420635 A1	1-204
A	JP 10-294949 A (ソニー株式会社) 1998. 11. 04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-204
A	JP 2000-69491 A (株式会社ニコン) 2000. 03. 03, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-204

様式PCT/ISA/210 (第2ページの続き) (1998年7月)